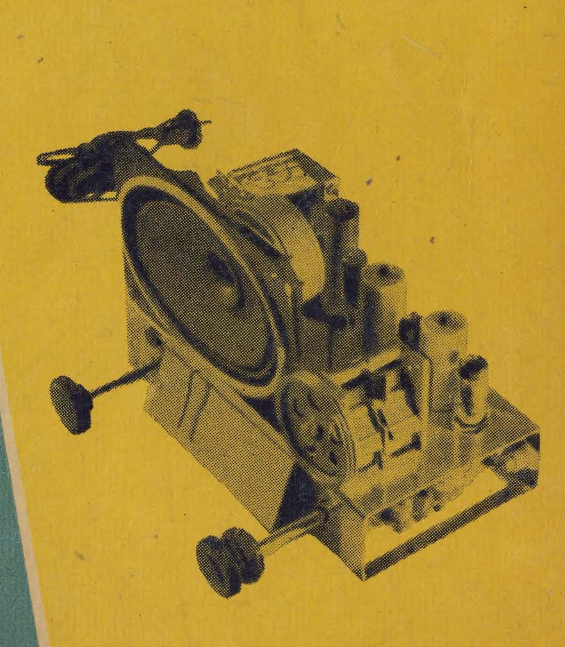
DER PRAKTISCHE FUNKAMATEUR



16

K.-H. Schubert

Praktisches Radiobasteln III

Der praktische Funkamateur · Band 16 · Praktisches Radiobasteln III

Karl-Heinz Schubert

Praktisches Radiobasteln III

Bauanleitungen und
Schaltungsvorschläge



VERLAG SPORT UND TECHNIK · 1960

Redaktionsschluß: 26. 8. 1960
Lektor: Wolfgang Kimmel
Herausgegeben vom Verlag Sport und Technik, Neuenhagen bei Berlin

Gedruckt in der Deutschen Demokratischen Republik
Zeichnungen: Hildegard Seidler
Lizenz-Nr.: 545/6/1960 5/I 2282

VORWORT

Die nunmehr vorliegende dritte Broschüre der populären Einführungsreihe in die praktischen Probleme des Radiobastelns enthält eine Anzahl erprobter Bauanleitungen und Schaltungsvorschläge. In den einzelnen Kapiteln werden u. a. Empfänger für die Rundfunkempfangsbereiche und für den KW-Amateur, NF-Verstärker, Meß- und Prüfgeräte behandelt. Ausführlich wird auf die Stromversorgung von funktechnischen Geräten eingegangen und ein universell verwendbares Stromversorgungsgerät beschrieben.
Die erste Broschüre (Band 8 der Reihe: DER PRAKTISCHE FUNKAMATEUR) enthält die handwerklichen Grundlagen und die Einrichtung eines zweckmäßigen Arbeitsplatzes. In der zweiten Broschüre (Band 9) findet der Radiobastler die Anwendung der verschiedenen elektrischen Bauelemente und Grundlagen zur Konstruktionstechnik.
Wir hoffen, daß wir mit dieser populären Einführungsreihe neue Funkbastelfreunde gewinnen und auch den Jungen Technikern in der Pionierorganisation „Ernst Thälmann", den Radio-Zirkeln der Freien Deutschen Jugend und den Mitgliedern des Nachrichtensports der Gesellschaft für Sport und Technik Hilfe für ihre Arbeit geben können.
Für Hinweise auf Ergänzungen oder die Verbesserung des Inhaltes wären wir dankbar.

Neuenhagen, im Sommer 1960

Autor und Verlag

1. STROMVERSORGUNG VON FUNKTECHNISCHEN GERÄTEN

Bei der Stromversorgung von funktechnischen Geräten wie Empfängern, Sendern, Meßgeräten usw. unterscheiden wir zwischen dem Batteriebetrieb und dem Netzbetrieb. Der Batteriebetrieb wird vor allem bei transportablen Geräten angewendet, z. B. im Gelände oder in Gegenden in denen keine Netzspannung zur Verfügung steht. Auch Notfunkanlagen werden wahlweise für Batterie- und Netzbetrieb ausgelegt, da eine solche Station auch bei Ausfall des Stromnetzes immer einsatzbereit sein muß.

Der Netzbetrieb ist gegenüber dem Batteriebetrieb wesentlich billiger und wird deshalb bei allen stationären Geräten angewendet. Steht ein Wechselstromnetz zur Verfügung, so wird selbstverständlich für die Stromversorgung auch ein Wechselstrom-Netzteil vorgesehen. Mit Hilfe eines Netztransformators kann die Netzspannung beliebig herauf- bzw. herabgesetzt werden. Muß allerdings ein Gleichstromnetz benutzt werden, so ist Allstrombetrieb vorzusehen.

1.1 Die Siebung

Für den Betrieb eines mit Elektronenröhren bestückten funktechnischen Gerätes sind verschiedene Betriebsspannungen notwendig. Während für die Heizung der Elektronenröhren, vor allem für die indirekt geheizten Röhren, bei denen Heizfaden und Katode elektrisch voneinander getrennt sind, Wechselstrom verwendet werden kann, sind für die einzelnen Elektrodenspannungen wie Gittervorspannung, Schirmgitterspannung und Anodenspannung Gleichspannungen notwendig. Steht ein Wechselstromnetz zur

Verfügung, so muß die erforderliche Gleichspannung durch Gleichrichten der Wechselspannung gewonnen werden.

Je nach Schaltungsart unterscheiden wir zwischen der Einweg- und der Zweiweg-Gleichrichtung. Die Einweg-Gleichrichtung wird vor allem bei der Allstromschaltung oder bei Wechselstrom-Netzteilen angewandt, bei denen in bezug auf die Größe der Brummspannung keine besonderen Ansprüche gestellt werden. Für die Gleichrichtung stehen Hochvakuum-Gleichrichterröhren (z. B. EZ 80, EZ 81) oder Trockengleichrichter auf Selenbasis zur Verfügung. Neuerdings finden auch Germanium-Flächengleichrichter zur Gleichrichtung von Wechselspannungen Anwendung, die sich durch besondere Kleinheit auszeichnen. Hochvakuum-Gleichrichterröhren benötigen gegenüber den anderen Gleichrichterarten noch eine Heizspannung. Dabei können Gleichrichterröhren mit indirekt geheizter Katode (z. B. EZ 80, EZ 81) aus der gleichen Heizspannungswicklung geheizt werden wie die anderen Elektronenröhren z. B. eines Empfängers. Für direkt geheizte Gleichrichterröhren (z. B. AZ 11, AZ 12) benutzen wir eine besondere Heizwicklung. Die einfachste Gleichrichterschaltung ist die Einweg-Gleich-

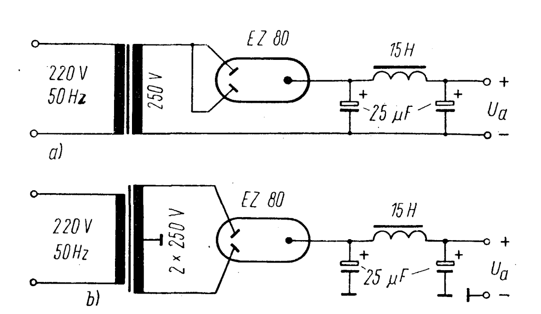


Bild 1. Prinzipschaltung der Einweg- (a) und der Zweiweggleichrichtung (b)

richtung (Bild 1a). Auf dem Netztransformator braucht dafür nur eine einzige Anodenspannungswicklung vorhanden sein. Ein Wicklungsende besitzt Massepotential, das andere

wird mit der Anode der Gleichrichterröhre verbunden. An der Katode der gleichen Röhre kann ein pulsierender Gleichstrom entnommen werden, der noch durch entsprechende Siebmittel geglättet werden muß. Dafür verwenden wir Siebglieder, die in dem Längszweig entweder eine Drosselspule oder einen Widerstand besitzen und in den beiden Querzweigen entsprechend große Kondensatoren. Das Längsglied hat die Eigenschaft, eine Gleichspannung passieren zu lassen und eine Wechselspannung zu sperren. Die Querglieder verhalten sich entgegengesetzt, indem sie der Gleichspannung den Weg versperren, aber eine Wechselspannung nach Masse passieren lassen. Da die Ströme dem Weg des geringsten Widerstandes folgen, tritt im Ausgang des Netzgerätes eine gesiebte Gleichspannung auf, während die nach der Gleichrichterröhre noch vorhandenen Wechselspannungsreste nach Masse abfließen. Für die Größe der Siebwirkung ist die Größe der Kondensatoren (Elektrolytkondensatoren) und der Siebdrossel maßgebend. Außerdem spielt die Brummfrequenz eine Rolle. Diese beträgt bei der Einweg-Gleichrichtung 50 Hz und bei der Zweiweg-Gleichrichtung 100 Hz. Bei der Zweiweg-Gleichrichtung ist die Brummfrequenz doppelt so groß, weil beide Halbwellen der Wechselspannung bei der Gleichrichtung ausgenutzt werden (Bild 1b). Es werden deshalb zwei Anodenspannungswicklungen benötigt, die meist als eine Wicklung mit Mittelanzapfung auf dem Netztransformator ausgeführt werden. Die Mittelanzapfung wird an Masse gelegt, und die beiden anderen Wicklungsenden werden an die beiden Anoden der Gleichrichterröhre geführt. An der Katode kann dann wieder die gleichgerichtete Spannung entnommen werden, die noch entsprechend gesiebt werden muß.
Nun wollen wir noch überschlagsmäßig die Siebwirkung der verwendeten Siebglieder berechnen. Wir erhalten damit den Überblick, ob eine vorgesehene Siebschaltung für einen bestimmen Verwendungszweck ausreichend ist. Soll eine gute Siebwirkung erreicht werden, so verwenden wir auf jeden Fall eine LC-Kette, wie sie in Bild 2a gezeigt wird. Für einfache Geräte genügt oft schon die RC-Schaltung nach Bild 2b, die aber als Nachteil einen größeren Gleich-

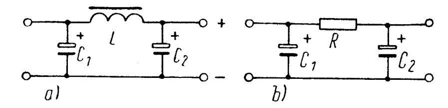


Bild 2. Siebglieder zur Gleichstromsiebung nach dem LC-Prinzip (a) und dem RC-Prinzip (b)

spannungsabfall am Siebwiderstand R und eine geringere Siebwirkung zur Folge hat.

Der Kondensator C 1 wird als Ladekondensator bezeichnet. An ihm liegt die gleichgerichtete Wechselspannung, der die Brummspannung überlagert ist. Für die Größe der Brummspannung am Ladekondensator gilt die Formel für die

$$\text{Einweg-Gleichrichtung:} \quad U_{Br1} = 4{,}5 \cdot \frac{I}{C_1}\,[\mathrm{V}] \qquad (1)$$

$$\text{Zweiweg-Gleichrichtung:} \quad U_{Br1} = 1{,}5 \cdot \frac{I}{C_1}\,[\mathrm{V}] \qquad (2)$$

U_{Br1} = Brummspannung am Ladekondensator C_1; C_1 = Kapazität in µF des Ladekondensators; I = Verbraucherstrom in mA.

Das anschließende LC-Glied verringert die Brummspannung infolge des Frequenzverhaltens der Siebdrossel L (großer Wechselstromwiderstand) und des Siebkondensators C_2 (kleiner Wechselstromwiderstand). Für die restliche Brummspannung U_{Br2} in Prozent von U_{Br1} gelten die Formeln für die

$$\text{Einweg-Gleichrichtung:} \quad U_{Br2} = \frac{1000}{L \cdot C_2}\,[\%] \qquad (3)$$

$$\text{Zweiweg-Gleichrichtung:} \quad U_{Br2} = \frac{250}{L \cdot C_2}\,[\%] \qquad (4)$$

U_{Br2} = restliche Brummspannung in Prozent von U_{Br1}; L = Induktivität der Siebdrossel in H; C_2 = Kapazität in µF des Siebkondensators.

Wird zur Siebung ein RC-Glied nach Bild 2b benutzt, so gilt für die restliche Brummspannung für die

$$\text{Einweg-Gleichrichtung:} \quad U_{Br2} = \frac{320}{R \cdot C_2} [\%] \qquad (5)$$

$$\text{Zweiweg-Gleichrichtung:} \quad U_{Br2} = \frac{160}{R \cdot C_2} [\%] \qquad (6)$$

U_{Br2} = restliche Brummspannung in Prozent von U_{Br1}; R = Siebwiderstand in kOhm; C_2 = Kapazität in µF des Siebkondensators.

Beispiel:

Für eine Gleichrichterschaltung sei bei einer Stromentnahme von I = 100 mA der Ladekondensator C 1 mit 25 µF und der Siebkondensator C 2 mit 32 µF bemessen. Wahlweise wird eine Siebdrossel mit L = 15 H oder ein Siebwiderstand mit R = 1 kOhm verwendet. Wie sehen die Brummspannungsverhältnisse bei Einweg- und Zweiweg-Gleichrichtung aus?

Einweg-Gleichrichtung:

LC-Kette

$$U_{Br1} = 4{,}5 \cdot \frac{100 \text{ mA}}{25 \text{ µF}} = 18 \text{ V}$$

$$U_{Br2} = \frac{1000}{15 \text{ H} \cdot 32 \text{ µF}} = \frac{1000}{480} = 2{,}08 \%$$

$$U_{Br2} = \frac{U_{Br1} \cdot 2{,}08}{100} = \frac{18 \cdot 2{,}08}{100} = 0{,}374 \text{ V}$$

RC-Kette

$$= 4{,}5 \cdot \frac{100 \text{ mA}}{25 \text{ µF}} = 18 \text{ V}$$

$$= \frac{320}{1 \text{ kOhm} \cdot 32 \text{ µF}} = \frac{320}{32} = 10{,}0 \%$$

$$= \frac{18 \cdot 10}{100} = 1{,}8 \text{ V}$$

Zweiweg-Gleichrichtung:

$$U_{Br1} = 1{,}5 \cdot \frac{100 \text{ mA}}{25 \text{ µF}} = 6 \text{ V}$$

$$U_{Br2} = \frac{250}{15 \text{ H} \cdot 32 \text{ µF}} = \frac{250}{480} = 0{,}52 \%$$

$$U_{Br2} = \frac{U_{Br2} \cdot 0{,}52 \%}{100} = \frac{6 \cdot 0{,}52}{100} = 0{,}031 \text{ V}$$

$$= 1{,}5 \cdot \frac{100 \text{ mA}}{25 \text{ µF}} = 6 \text{ V}$$

$$= \frac{160}{1 \text{ kOhm} \cdot 32 \text{ µF}} = \frac{160}{32} = 5{,}07 \%$$

$$= \frac{6 \cdot 567}{100} = 0{,}3 \text{ V}$$

Wie die Ergebnisse zeigen, ist für eine gute Siebung die Zweiwegschaltung der Einwegschaltung und die LC-Kette der RC-Kette vorzuziehen. Werden handelsübliche Teile benutzt, so wählen wir für die Siebketten Siebdrosseln von etwa 10 bis 50 H und Elektrolytkondensatoren von 4 bis 50 µF.

1.2 Allstrom-Netzteil

Die Allstromschaltung wird bei Netzteilen angewendet, die sowohl an Gleichstrom – als auch an Wechselstromnetzen betrieben werden sollen. Es verbietet sich deshalb die Anwendung eines Netztransformators zur Erzeugung der notwendigen Heiz- und Anodenspannung. Als Anodenspannung wird vielmehr die volle Netzspannung verwendet. Bild 3 zeigt die Schaltung für ein Allstrom-Netzteil. Bei

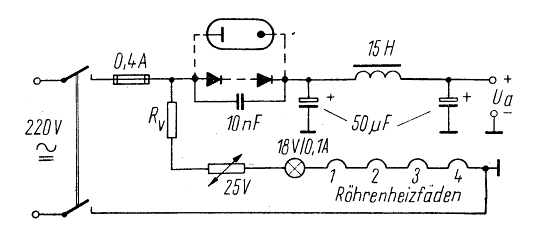


Bild 3. Schaltung für ein Allstrom-Netzteil

dem Betrieb an einem Gleichstromnetz wäre eigentlich der Trockengleichrichter (oder eine Gleichrichterröhre, gestrichelt gezeichnet) nicht notwendig. Um aber bei falscher Polung des Netzteiles am Gleichstromnetz die Elektrolytkondensatoren nicht zu zerstören, ist es besser, den Gleichrichter einzubauen. Außerdem arbeitet das Gerät dann auch am Wechselstromnetz, ohne daß eine besondere Umschaltung vorgenommen werden muß. Die Siebkette, bestehend aus den Elektrolytkondensatoren von 50 µF und der Siebdrossel von etwa 15 H, vermindert bei Gleichstrombetrieb das Maschinengeräusch der Gleichstromgenerato-

ren, die das Gleichstromnetz speisen und bei Wechselstrombetrieb das unvermeidliche Netzbrummen auf ein Minimum. Der parallel zum Gleichrichter liegende Kondensator von 10 nF verhindert das sogenannte „abstimmbare Netzbrummen", das beim Empfang starker Sender auftreten kann, wenn das Stromnetz als Antenne wirkt. Bei Allstrom-Netzteilen ist der Siebdrossel gegenüber dem Siebwiderstand der Vorzug zu geben, da an der Siebdrossel ein geringerer Gleichspannungsabfall auftritt. Wird dennoch ein Siebwiderstand verwendet, so wird die Gleichspannung für die Endröhre am Ladekondensator entnommen, ein stärkeres Brummen kann aber die Folge sein.
Ein besonderes, aber kein schwieriges Problem ist beim Allstrom-Netzteil die Bereitstellung der Heizspannungen für die einzelnen Röhren. Diese Heizspannungen, die durchweg weit niedriger als die Netzspannungen sind, lassen sich nur durch entsprechende Vorwiderstände einstellen. Da an solchen Vorwiderständen natürlich eine entsprechende elektrische Verlustleistung in Form von Wärme auftritt, wurden spezielle Allstromröhren geschaffen. Solche Allstromröhren besitzen gegenüber den normalen Elektronenröhren eine höhere Heizspannung und haben alle den gleichen Heizstrom von z. B. 0,1 A. Damit ist eine stromsparende Heizung möglich, da alle Heizfäden in Serie geschaltet werden können. Bei der Serienschaltung fließt durch alle Heizfäden der gleiche Heizstrom von 0,1 A, während sich die einzelnen Heizspannungen addieren. An dem Vorwiderstand im Heizkreis braucht jetzt nur die Differenzspannung zur Netzspannung abzufallen. Dazu liegen noch im Heizkreis die Lämpchen für die Skalenbeleuchtung und ein Halbleiterwiderstand (Heißleiter) zum Begrenzen des Einschalt-Stromstoßes. Das ist notwendig, weil alle Heizfäden im kalten Zustand einen geringen Widerstand aufweisen und der Einschaltstrom dadurch größer als 0,1 A ist. Als Folge brennt dann meist das Skalenlämpchen durch. Der Heißleiter zeigt ein umgekehrtes Verhalten, indem er vor dem Einschalten einen höheren Widerstand besitzt, so daß im Heizstromkreis auch beim Einschalten keine Überbelastung auftritt. Die Berechnung der Größe eines erforderlichen Vorwiderstandes zeigt folgendes Beispiel.

Beispiel:
Für einen Rundfunkempfänger soll der Vorwiderstand für den Heizkreis berechnet werden. In diesem Heizkreis liegen die Heizfäden der Röhren UF 89, UCH 81, UBF 89, UCL 82, eine Skalenlampe mit 18 V und ein Heißleiter mit einem Spannungsabfall von 25 V im heißen Zustand. Die Stromstärke im Heizkreis beträgt $I = 0{,}1$ A.
Die Gesamt-Heizspannung erhalten wir aus der Addition der einzelnen Heizspannungen der Elektronenröhren, der Spannungen der Skalenlampe und des Heißleiters.

UF 89 = 12,6 V; UCH 81 = 19 V; UBF 89 = 19 V; UCL 82 = 50 V; $U_H = 12{,}6\ V + 19\ V + 19\ V + 50\ V + 18\ V + 25\ V = 143{,}6\ V$.

Bei einer Netzspannung von $U_N = 220$ V muß am Vorwiderstand R_V eine Spannung U_R abfallen von

$$U_R = U_N - U_H = 220\ V - 143{,}6\ V = 76{,}4\ V.$$

Die Größe des Vorwiderstandes ergibt sich damit zu

$$R_V = \frac{U_R}{I} = \frac{76{,}4}{0{,}1} = 764\ \text{Ohm}$$

Dieser Widerstand muß eine Belastbarkeit besitzen von

$$N = I^2 \cdot R_V = 0{,}1^2 \cdot 764 = 0{,}01 \cdot 764 = 7{,}64\ W$$

Ein großer Nachteil der Allstromschaltung liegt darin, daß mit dem Stromnetz eine direkte Verbindung besteht. Deshalb ist beim Arbeiten an Allstromschaltungen äußerste Vorsicht geboten. Steht z. B. das Chassis mit der Netzphase in Verbindung, so kann man bei Berührung einen empfindlichen elektrischen Schlag erhalten. Deshalb ist es besser, vorher den Netzstecker aus der Netzdose zu ziehen. Muß am eingeschalteten Gerät gearbeitet werden, so ist vorher mit einem Glimmlampen-Prüfstift zu kontrollieren, ob das Chassis Spannung führt.

1.3 Wechselstrom-Netzteil

Bei der Wechselstromschaltung ist diese Berührungsgefahr am Chasis nicht mehr vorhanden, da durch den Netztransformator eine galvanische Trennung von Netz und Schaltung erfolgt. Die Primärwicklung des Netztransformators liegt über dem Einschalter (ein- oder zweipoliger Kipp-

schalter) am Stromnetz. Die beiden Kondensatoren von je 5 nF verhindern, daß das Netz als Antenne wirkt. Meist enthält die Primärwicklung eines Netztransformators noch Anzapfungen für andere Netzspannungen (z. B. 110 V, 125 V, 150 V, 240 V). Bei einer anderen Netzspannung als 220 V braucht also nur ein Anschluß umgeschaltet werden, und das Gerät arbeitet mit der gleichen Leistungsfähigkeit wie bei 220 V. Je nach Schaltungsart enthält der Netztransformator sekundärseitig Wicklungen für die Anodenspannung und die Heizspannung (Berechnung eines Netztransformators siehe „Praktisches Radiobasteln II").

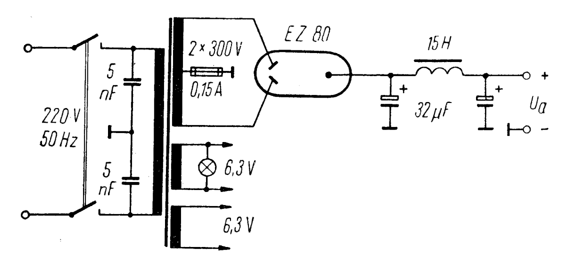


Bild 4. Schaltung für ein Wechselstrom-Netzteil

Bild 4 zeigt die Schaltung eines Wechselstrom-Netzteiles mit Zweiweg-Gleichrichtung. Die Mittelanzapfung der Anodenwicklung wird über eine Sicherung an Masse gelegt, damit bei auftretendem Kurzschluß (z. B. defekter Elektrolytkondensator) die Gleichrichterröhre und die Anodenwicklung gesichert sind. Die beiden anderen Enden der Anodenwicklung liegen an den beiden Anoden der Gleichrichterröhre, an der Katode wird die gleichgerichtete Spannung entnommen, darauf folgt die übliche Siebkette. Bei der Heizung der Gleichrichterröhre ist darauf zu achten, wie die Katode aufgebaut ist. Bei einer indirekt geheizten Katode (z. B. EZ 80, EZ 81) kann der Heizfaden an der gleichen Heizwicklung wie die anderen Röhrenheizfäden angeschlossen werden. Nur bei direkt geheizten Katoden (z. B. AZ 11, AZ 12) müssen wir eine besondere Heizwicklung für die Gleichrichterröhre verwenden. Bei

halbindirekt geheizten Gleichrichterröhren ist ein Heizfadenende mit der Katode verbunden. Deshalb muß wie bei der direkt geheizten Katode eine besondere Heizwicklung für die Gleichrichterröhre verwendet werden.
Die modernen Wechselstromröhren besitzen alle einen Heizfaden mit der Heizspannung von 6,3 V. Deshalb werden die Heizfäden aller in einem Gerät verwendeten Elektronenröhren parallel geschaltet. Dadurch addieren sich die Heizstromstärken der einzelnen Röhren, und es ist deshalb zu kontrollieren, ob die Heizwicklung eines Netztransformators für die benötigte Heizstromstärke genügt. Reicht sie nicht aus, so muß man die Röhrenheizfäden auf zwei Heizwicklungen verteilen, die meist jeder Netztransformator enthält.
Die verwendeten Skalenlampen sind ebenfalls für eine Betriebsspannung von 6,3 V ausgelegt, so daß sie direkt an die Heizwicklung angeschlossen werden können.

Tafel 1
Gleichrichterröhren

Typ	Heizspg. in Volt	Heizstrom in Amp.	Trafospg. in Volt	entnehmb Gleichstrom in mA	max. Lade-kond. in µF
RGN 1064 AZ 1, AZ 11	4	1,1	2 × 300	120	60
AZ 12	4	2,2	2 × 400	150	60
EYY 13	6,3	2,5	2 × 400	350	32
EZ 11	6,3	0,29	2 × 250	60	32
EZ 12	6,3	0,9	2 × 400	125	32
EZ 80	6,3	0,6	2 × 300	90	50
EZ 81	6,3	1,0	2 × 300	150	50
UY 11	50	0,1	250	80	32
UY 82	55	0,1	220	180	60
UY 85	38	0,1	220	110	100
5 Z 4	5	2	2 × 350	125	32
6×5	6,3	0,6	2 × 325	70	32

1.4 Spannungsstabilisierung

Für manche Schaltungen werden konstante Gleichspannungen, sogenannte „stabilisierte Spannungen" benötigt. Das

kann der Fall sein z. B. bei der Schirmgitterspannung eines Kurzwellen-Audions oder bei Meßgeräten. Dafür werden Spannungsstabilisatorröhren verwendet, die eine bestimmte Gleichspannung in engen Grenzen konstant halten. Diese Röhren enthalten eine Glimm-Entladungsstrecke, die auf Grund physikalischer Vorgänge eine konstante Brennspannung besitzt. Da die Zündspannung einer solchen Glimmstrecke höher liegt als die Brennspannung, muß die Stabilisatorröhre über einen Vorwiderstand aus einer Gleichspannung von etwa 250 bis 350 V betrieben werden. Am Pluspol der Stabilisatorröhre kann die konstante Gleichspannung entnommen werden. Es gibt verschiedene Typen von Stabilisatorröhren, die sich in der Größe der Brennspannung (z. B. 70 V, 85 V, 100 V, 150 V, 280 V) und der Größe des entnehmbaren Stromes (4,5 bis 40 mA) unterscheiden. Bild 5

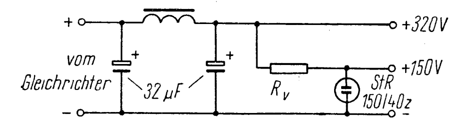


Bild 5. Schaltung für die Entnahme eine stabilisierten Gleichspannung

zeigt ein Beispiel für die Schaltung einer Stabilisatorröhre zur Konstanthaltung einer Spannung von 150 V bei einer maximalen Stromentnahme von 30 mA. Folgendes Beispiel zeigt die Berechnung des Vorwiderstandes für die Stabilisatorröhre.

Beispiel:

Es soll eine Gleichspannung von 150 V bei einer Stromentnahme von 30 mA konstant gehalten werden. Die Betriebsspannung beträgt 320 V. Als Stabilisatorröhre wird der Typ StR 150/40 Z verwendet, die einen minimalen Querstrom von 10 mA besitzt, der zur Aufrechterhaltung der Glimmentladung vorhanden sein muß. Für die Berechnung des Vorwiderstandes muß deshalb ein Querstrom von $I_q =$ 30 mA + 10 mA = 40 mA zugrunde gelegt werden.

$$Rv = \frac{320\ V - 150\ V}{40\ mA} = \frac{170}{0{,}04} = \frac{17\,000}{4} = 4\,250\ Ohm$$

Dieser Widerstand muß für eine Belastung bemessen sein von

$$N = I^2 \cdot R = 0{,}04^2 \cdot 4250 = 0{,}0016 \cdot 4250 = 6{,}8\ W$$

Werden für besondere Zwecke mehrere stabilisierte Gleichspannungen benötigt, z. B. in den Intervallen 70, 140, 210 und 280 V, gibt es Stabilisatorröhren mit vier Glimm-Entladungsstrecken (StR 280/40 und StR 280/80). Diese Stabilisatorröhren werden ebenfalls über einen Vorwiderstand betrieben und an den einzelnen Elektroden können die stabilisierten Spannungen entnommen werden. Wird bei solchen Röhren z. B. die Elektrode + 140 an Masse gelegt, so erhalten wir die stabilisierten Spannungen – 70 V, + 70 V, + 140 V und + 210 V; wir erhalten also für die Speisung eines Steuergitters eine negative Spannung. Parallel können wir zu den Glimmstrecken Potentiometer legen und haben dann regelbare Spannungen von z. B. 0 bis – 70 V, 0 bis + 70 V, 0 bis + 140 V usw. zur Verfügung.
Sind höhere Gleichspannungen zu stabilisieren, so können gleichartige Stabilisatorröhren in Serie geschaltet werden. Eine Parallelschaltung von Stabilisatorröhren zur Erzielung einer höheren Stromentnahme ist nicht möglich. Dafür ist eine elektronische Stabilisierung mit Hochvakuum-Elektronenröhren vorzusehen.

1.5 Universal-Netzteil

Für den Betrieb von Versuchsschaltungen benötigen wir je nach den verwendeten Elektronenröhren entsprechende Heizspannungen und Anodenspannungen. Deshalb ist es günstig, wenn immer ein betriebsbereites Stromversorgungsteil zur Verfügung steht. Der Aufbau auf ein Holzbrett ist nicht zu empfehlen, da das Gerät schnell verstaubt und vor allem nicht berührungssicher ist. Besser ist daher ein Einbau in ein entsprechendes Gehäuse. Nachfolgend wird ein kleines, universell verwendbares Netzteil beschrieben, das für die Belange des Amateurs ausreicht.
Das Universal-Netzgerät gibt folgende Spannungen ab:

Wechselspannung:	6,3 V/1,3 A
	9,5 V/0,7 A

Gleichspannung:	320 V/50 mA
	150 V/10 mA
	(stabilisiert)

Als Netztransformator wird ein handelsüblicher Typ der Firma G. Neumann, Creuzburg/Werra, verwendet (N 85/580 617). Er besitzt u. a. eine Heizwicklung mit 9,5 V, so daß auch Röhren wie die PCF 82 oder PCC 84 und PCC 88 (beide über Vorwiderstand) geheizt werden können. Wird auf diese

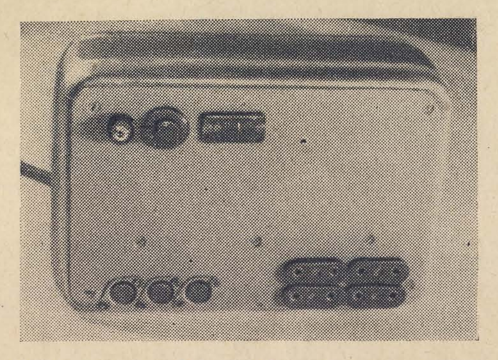


Bild 6. Vorderansicht des Universal-Netzgerätes

Heizspannung kein Wert gelegt, so läßt sich auch der Typ N 85 K der gleichen Firma verwenden, bei dem die 6,3-V-Wicklung bis 3,8 A belastbar ist. Bild 6 zeigt das Universal-Netzgerät, für das als Gehäuse eine Brotbüchse mit den Außenmaßen 210 × 140 × 75 mm dient. Damit ist die Gehäusefrage gelöst, da in jedem Haushaltwarengeschäft solche Brotbüchsen aus Aluminiumblech zu erhalten sind. Damit entfallen schon alle Arbeiten zur Herstellung des Gehäuses. Um das Gehäuse etwas stabiler zu gestalten, erhält es eine aufgesetzte Frontplatte aus 2 mm starkem Alublech (Bild 7). Mit vier Schrauben in den Ecken wird sie am Brotbüchsendeckel befestigt. Außerdem wird sie noch mit drei Schrauben mit dem Chassis verschraubt. Auf diesem Chassis werden die einzelnen elektrischen Bauteile befestigt.

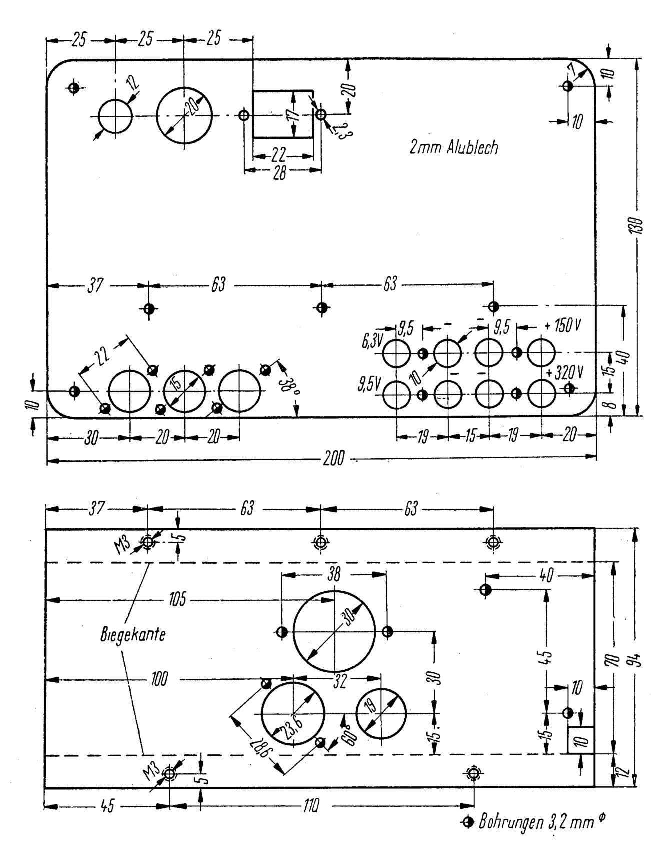


Bild 7. Maßskizze und Bohrplan für Frontplatte (oben) und Chassis (unten) des Universal-Netzgerätes

Der andere, kleinere Brotbüchsendeckel wird mit zwei Schrauben am abgewinkelten Chassis befestigt. Nach Fertigstellung hat dann das kleine Netzgerät einen stabilen Zusammenhalt und steht sicher auf dem Tisch.

Die Schaltung des Unversal-Netzgerätes weist keine Be-

sonderheiten auf (Bild 8). Mit einem zweipoligen Schiebeschalter erfolgt die Trennung vom Netz. Ein Kippschalter wurde bewußt nicht verwendet, da erfahrungsgemäß der Knebel leicht abbricht. Eine Sicherung (0,5 A) schützt das Gerät bei Überlastung. Die Glimmlampe Gl zeigt den betriebsbereiten Zustand des Netzteiles an. Zur Strombegrenzung wird vor die Glimmlampe ein Widerstand von 200 kOhm geschaltet. Die Gleichrichtung erfolgt in Zweiwegschaltung mit der Röhre EZ 80. Die beiden Enden der Anodenwicklung (2 × 300 V) werden an je eine Anode der Röhre EZ 80 geschaltet, während die Mittelanzapfung an Masse gelegt wird. Die Heizung der Röhre EZ 80 erfolgt durch eine 6,3-V-Wicklung, die mit 0,6 A belastbar ist. Die gleichgerichtete Spannung wird an der Katode der EZ 80 entnommen und zur Siebung über ein LC-Glied geführt. Als Siebdrossel wird der Typ D 55/60 der Firma Neumann (I = 60 mA, L = 15 H, R = 500 Ohm) verwendet. Für die Elektrolytkondensatoren wird zur Platzersparnis ein Doppel-Elko 2 × 25 µF – 500/550 V eingebaut. Nach der Siebkette kann eine Gleichspannung von etwa 320 V entnommen werden. Über den Vorwiderstand von 10 kOhm wird noch die Stabilisatorröhre GR 22-70 betrieben, so daß noch eine stabilisierte Gleichspannung von 150 V zur Verfügung steht. Die beiden Gleichspannungen und die beiden Heizspannungen werden an entsprechende Buchsenpaare gelegt, wie sie in Bild 6 rechts unten zu erkennen sind. Der Abstand

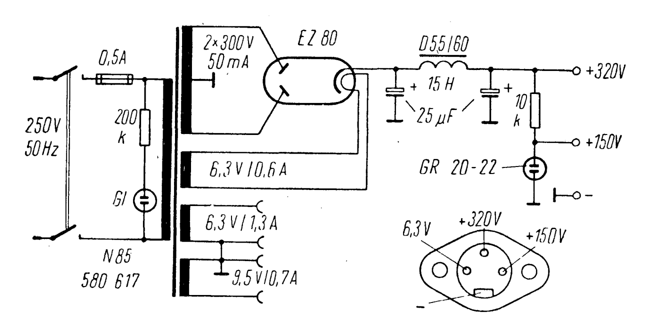


Bild 8. Schaltung des Universal-Netzgerätes

der zusammengehörenden Buchsenpaare beträgt 19 mm. Man verwendet also gleich entsprechende Doppelbuchsen. An diesen Buchsen können die Spannungen zur Stromversorgung von Versuchsschaltungen entnommen werden. Zu beachten ist, daß jeweils ein Ende der Heizspannungen und der Minuspol der Gleichspannungen an Masse liegt.

Um das Gerät noch universeller zu gestalten, enthält das Netzteil drei weitere Buchsen (im Bild 6 links unten). Es handelt sich hierbei um vierpolige Flanschsteckdosen, wie sie für den Diodenanschluß für Magnettongeräte in modernen Rundfunkempfängern üblich sind. Eine solche Flanschsteckdose enthält drei voneinander isolierte Buchsen und einen Masseanschluß. An diese drei Buchsen werden die beiden Gleichspannungen und die Heizspannung von 6,3 V geführt. Über einen gleichartigen Stecker und ein vierpoliges Kabel können dann diese Spannungen entnommen werden und als Stromversorgung einem anderen Gerät zugeführt werden. Das kann z. B. der Fall sein für kleine Meß- und Prüfgeräte. Maximal können auf diese Art alle drei Geräte an das Universal-Netzgerät angeschlossen werden. Das anzuschließende Gerät wird also ohne Stromversorgungsteil aufgebaut (Siehe 6.2 „Durchgangsprüfer“ und 6.3 „Grid-Dip-Meter“. Diese beiden Geräte können über ein dreiadriges Kabel und einen Flanschstecker an das Netzgerät angeschlossen werden).

Den Aufbau der elektrischen Bauteile auf dem Chassis zeigt Bild 9, während Bild 10 den Innenaufbau des Universal-Netzgerätes zeigt.

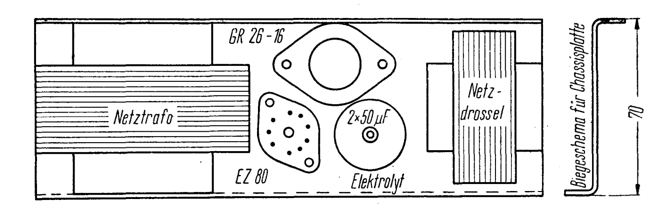


Bild 9. Aufbauschema für das Chassis des Universal-Netzgerätes

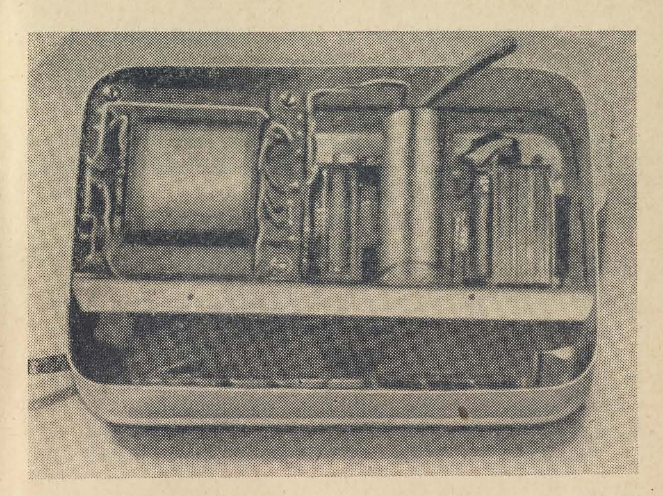


Bild 10. Innenaufbau des Universal-Netzgerätes

Stückliste

1 Netztransformator N 85 (580 617 ⟨G. Neumann⟩)
1 Netzdrossel D 55/60 (G. Neumann)
1 Zwergglimmlampe 220 V mit Fassung
1 Feinsicherung 0,5 A mit Schraubfassung
1 Schiebe-Netzschalter, 2polig
1 Doppel-Elektrolytkondensator 2 × 25 µF (500/550 V)
1 Röhre EZ 80
1 Stabilisatorröhre GR 22-70
4 Doppelbuchsen
3 Flanschsteckdosen, 4polig
1 Widerstand 200 kOhm/0,25 Watt
1 Widerstand 10 kOhm/10 W

2. EMPFÄNGER FÜR K-M-L

2.1 Batterie-Einkreisempfänger

Dieser einfache Kofferempfänger ist besonders zum Nachbau durch den Anfänger geeignet. Die Schaltung stellt eine rückgekoppelte Audionstufe mit einer nachfolgenden Lautsprecherstufe dar. Verwendet wurden die Röhren DF 96 und DL 96, die einen sparsamen Stromverbrauch garantieren. Die Schaltung ist sehr unkompliziert gehalten, damit der

Anfänger nicht gleich vor zu vielen Schwierigkeiten steht. Das Gerät wurde im Berliner Raum ausprobiert und brachte eine befriedigende Wiedergabe der Bezirkssender. Natürlich kann von einer derartig einfachen Schaltung nichts Unmögliches verlangt werden. Aber für den Anfänger ist diese Schaltung zum Kennenlernen der Zusammenhänge gerade günstig. Das Gerät wurde jedoch so konstruiert, daß es bei Verwendung der entsprechenden zusätzlichen Bauteile später auch zu einer Superhetschaltung umgebaut werden kann, die wesentlich bessere Ergebnisse bringt.

Bild 11 zeigt die Vorderansicht des beschriebenen Kofferempfängers. Hinter den Schlitzen ist der Lautsprecher angeordnet. Rechts oben befindet sich eine Skalenscheibe aus Plexiglas, mit der die Senderabstimmung vorgenommen wird. Darunter befindet sich der Drehknopf für die Rückkopplung. Um das Gehäuse sind die Gitterkreisspule und die Rückkopplungsspule als Rahmenantenne angebracht.

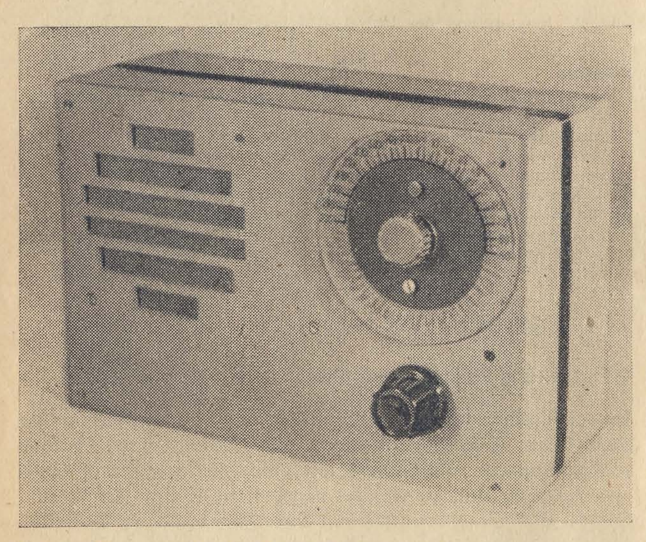


Bild 11. Vorderansicht des Batterie-Einkreisempfängers

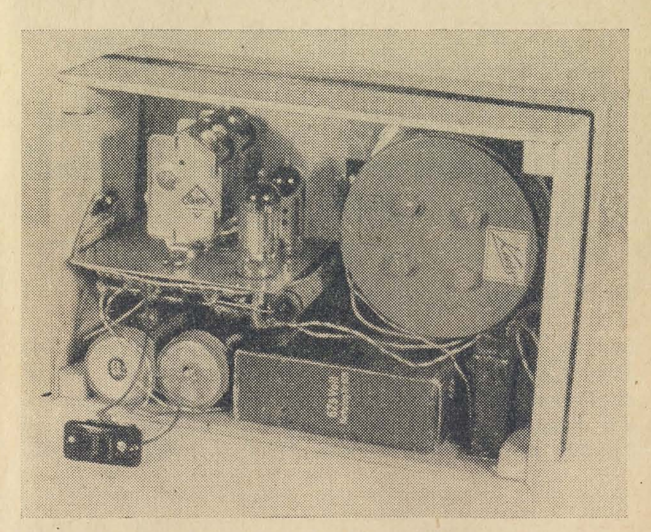


Bild 12. Rückansicht des Batterie-Einkreisempfängers

Das Holzgehäuse wurde aus Sperrholz gefertigt (Rahmen und Frontplatte 4 mm, Rückseite mit 2 mm Sperrholz). Frontplatte und Rückwand sind von außen auf den Rahmen aufgesetzt. Bild 12 zeigt die Rückansicht des Gerätes. In den Ecken sind die Vierkanthölzer, zu erkennen, mit denen der Rahmen verleimt wurde. Es empfiehlt sich dabei, die Rahmenplatten an den Leimstellen auf 45 Grad abzufeilen.

Nach Anbringen der Rahmenantenne wird der Rahmen mit Kunstleder bespannt. Frontplatte und Rückwand sind mehrmals mit Fahrradlack zu streichen, bis sie ein glattes, gefälliges Aussehen erhalten. In Bild 12 ist links oben die Chassisplatte mit dem Drehkondensator und den Röhren zu erkennen. Rechts daneben ist der Lautsprecher angeordnet. Darunter befindet sich von rechts nach links der Ausgangstransformator, die Anodenbatterie und die zwei Monozellen für die Röhrenheizung. Vor den Monozellen liegt der Ausschalter. Dafür wurde ein Schiebeschalter verwendet, der an der Rückwand befestigt wird.

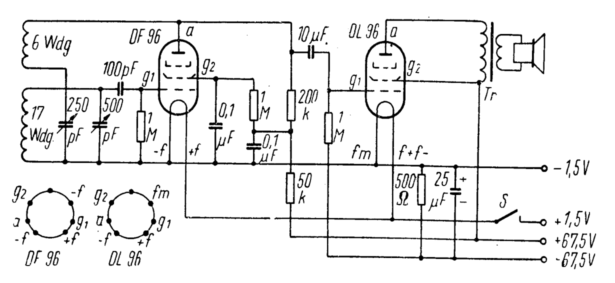


Bild 13. Schaltung des Batterie-Einkreisempfängers

Bild 13 zeigt die Schaltung des Kofferempfängers. Der Schwingkreis wird mit dem Drehkondensator von 500 pF abgestimmt. Es wurde gleich für den späteren Ausbau des Empfängers ein Miniaturtyp in Zweigangausführung 2 × 500 pF der OHG Elektro, Schalkau/Thür., verwendet,

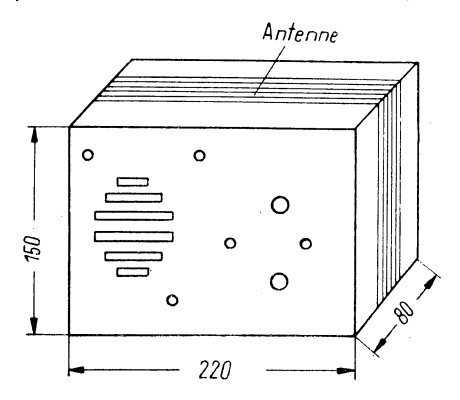


Bild 14. Maßskizze für das Gehäuse des Batterie-Einkreisempfängers

bei dem in dieser Schaltung nur ein Plattenpaket angeschlossen wird. Die Rückkopplung wird mit dem Drehkondensator von 250 pF geregelt, für den ein normaler Hartpapier-Drehkondensator Anwendung findet. Bei den angegebenen Gehäuseabmessungen (Bild 14) besitzt die

Schwingkreisspule 17 Windungen und die Rückkopplungsspule 6 Windungen. Verwendet wird Hochfrequenzlitze. Beide Wicklungen sind nebeneinander angeordnet. Die Audionröhre richtet die Hochfrequenz gleich, und über den Kondensator von 10 nF gelangt die entstandene Niederfrequenz zum Steuergitter der Lautsprecherröhre DL 96.

Zwischen Anode und Schirmgitter der DL 96 liegt der Ausgangstransformator Tr, an den der Lautsprecher angeschlossen ist. Verwendet wird ein 1-Watt-Lautsprecher der Firma Kurs, Berlin. Der Lautsprecher hat einen Durchmesser von 85 mm. Ein kleinerer Lautsprecher empfiehlt sich nicht, da dann der Wirkungsgrad zu gering ist. Die Primärimpedanz des Ausgangstransformators beträgt etwa 10–13 kOhm, während die Sekundärseite mit dem Lautsprecherwiderstand übereinstimmen muß. Die Gittervorspannung für die Lautsprecherröhre wird durch den Widerstand von 500 Ohm erzeugt. Alle Bauteile sind handelsüblich und können durch den Fachhandel bezogen werden.

Als Batterien finden eine 67,5-V-Anodenbatterie und zwei parallelgeschaltete 1,5-V-Monozellen Verwendung. Während die Anodenbatterie durch Druckknöpfe angeschlossen wird, sind die Monozellen einzulöten. Mit etwas handwerklichem Geschick kann für die Monozellen auch eine Klemmvorrichtung vorgesehen werden. Dazu wird zweckmäßig der Platz mit der Anodenbatterie ausgetauscht.

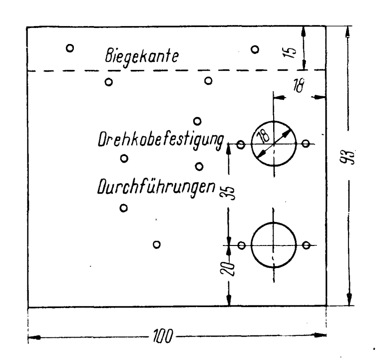


Bild 15. Maßskizze für das Chassis des Batterie-Einkreisempfängers

Bild 15 gibt die Maße für die Chassisplatte des kleinen Kofferempfängers an. Zur Befestigung der einzelnen Bauelemente dient eine kleine Lötösenleiste, an die auch die Batterien angeschlossen werden.

Stückliste

3 Widerstände, 1 MOhm, 0,25 W
1 Widerstand, 200kOhm, 0,25 W
1 Widerstand, 50 kOhm, 0,25 W
1 Widerstand, 500 Ohm, 0,5 W
1 Kondensator, 100 pF, 250 V
1 Kondensator, 10 nF, 250 V
2 Kondensatoren, 0,1 uF, 250 V
1 Elektrolyt-Kondensator, 25 uF, 6 V
1 Hartpapier-Drehko, 250 pF
1 Zweigang-Drehko, 2 × 500 pF
1 Lautsprecher, 1 Watt/15 Ohm
1 Ausgangstrafo, 10 kOhm/15 Ohm
1 Anodenbatterie 67,5 V
2 Monozellen, 1,5 V
1 Schiebeschalter, 1polig
1 Röhre, DF 96
1 Röhre, DL 96

2.2 Allstrom-Einkreisempfänger

Mit nur einer Elektronenröhre ist der nachfolgend beschriebene Allstrom-Einkreisempfänger bestückt. Die verwendete Röhre UCL 82 besitzt ein Triodensystem zur Vorverstärkung und ein Pentodensystem als Endverstärker. Das Triodensystem wird als Audion geschaltet und dient damit zur Demodulation der empfangenen modulierten Hochfrequenzspannung. Diese Demodulation erfolgt zwischen Katode und Gitter der Audionröhre, ähnlich wie bei einer Diode. Zwischen Gitter und Anode wird die erhaltene Niederfrequenzspannung verstärkt. Das Pentodensystem arbeitet als RC-gekoppelter Endverstärker.

Als Spulensatz wird der Einkreis-Spulensatz ES 2 der Hochfrequenzwerkstätten Meuselwitz verwendet (Bild 16). Dieser Spulensatz besitzt neben dem Lang- und Mittelwellenbereich zwei Kurzwellenbereiche (I 12 bis 26 m und II 22 bis 52 m). Der eingebaute Verkürzungskondensator ergibt eine Spreizung der beiden KW-Bereiche, die eine fühlbare Erleichterung bei der Einstellung in diesen Wellengebieten ergibt. Durch die kleinere Variation wurden aber vor allem die Rückkopplungsverhältnisse günstiger gestaltet, so daß sich eine wesentlich höhere Empfindlichkeit ergibt. Die Antennen-

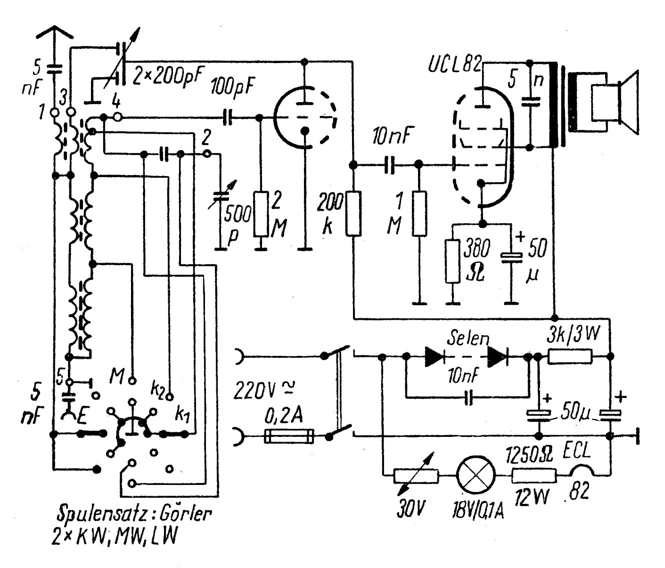


Bild 16. Schaltung für den Allstrom-Einkreisempfänger

kopplung ist niederinduktiv. Zwischen Antennenbuchse und Spulensatz und Erdbuchse und Spulensdtz wird je ein Schutzkondensator von 5 nF geschaltet. Das ist bei Allstromgeräten notwendig, weil ein Netzpol mit dem Chassis in Verbindung steht.

Das Eingangssignal gelangt von der Antenne induktiv an den Gitterschwingkreis, der mit einem normalen Drehkondensator von 500 pF abgestimmt wird. Über einen Kondensator von 100 pF gelangt die Eingangsspannung an das Steuergitter der Triode. Als Gitterableitwiderstand dient der Widerstand von 2 MOhm. Im Anodenkreis fällt am Arbeitswiderstand von 200 kOhm die verstärkte NF-Spannung ab, die über 10 nF dem Steuergitter des Pentodensystems zugeführt wird. Im Anodenkreis der Triode wird die noch vorhandene restliche HF-Spannung zur Rückkopplung ausgenutzt. Zu diesem Zweck wird die restliche HF-Spannung

über den Differential-Hartpapierdrehkondensator von 2 × 200 pF der Rückkopplungsspule zugeführt. Durch die Rückkopplung wird die Empfindlichkeit und Trennschärfe dieses kleinen Gerätes wesentlich verbessert. Da die Röhre UCL 82 getrennte Katoden besitzt, wird die Gittervorspannung für das Pentodensystem durch eine Katodenkombination erzeugt (380 Ohm / 50 µF). Im Anodenkreis der Pentode liegt der Ausgangstransformator, der bei dieser Röhre eine Primärimpedanz von 5,6 kOhm besitzen soll. Als Lautsprecher wird ein permanentdynamisches System mit einer Belastbarkeit von etwa 3 VA empfohlen.

Die Stromversorgung erfolgt in Allstromschaltung. Im Heizkreis liegt ein Heißleiter (30 V / 0,1 A) zur Strombegrenzung beim Einschalten, eine Skalenlampe (18 V / 0,1 A), der Heizwiderstand und der Heizfaden der Röhre ECL 82. Die Gleichrichtung erfolgt durch einen Selengleichrichter, dem zur Unterdrückung eines abstimmbaren Modulationsbrummens ein Kondensator von 10 nF parallelgeschaltet ist. Die Siebung der gleichgerichteten Wechselspannung erfolgt durch eine RC-Siebkette, bestehend aus zwei Elektrolytkondensatoren von 50 µF (350/385 V) und dem Siebwiderstand von 3 kOhm. Für den Aufbau dieses Gerätes wird ein vorn und hinten abgebogenes Chassis aus 2 mm starkem Alublech verwendet. Ein Aufbaubeispiel zeigt Bild 17, aus dem die Anordnung der einzelnen Bauteile hervorgeht. Beim Einbau in ein geeignetes Gehäuse ist darauf zu achten, daß das Chassis berührungssicher untergebracht wird. Das trifft auch für die Madenschrauben der Drehknöpfe zu, die entsprechend abzudecken sind. Denn wenn die Netzphase auf dem Chassis liegt, ist die Gefahr gegeben, einen empfindlich verspürbaren elektrischen Schlag zu erhalten.

Eine Klangkorrektur ist nicht vorgesehen, lediglich zur Höhenbeschneidung liegt parallel zur Primärspule des Ausgangstransformators ein Kondensator von 5 nF. Soll eine zusätzliche Lautstärkeregelung neben der Rückkopplungsregelung durchgeführt werden, so muß der Gitterableitwiderstand von 1 MOhm des Pentodensystems durch ein gleichwertiges Potentiometer mit logarithmischer Kennlinie ersetzt werden.

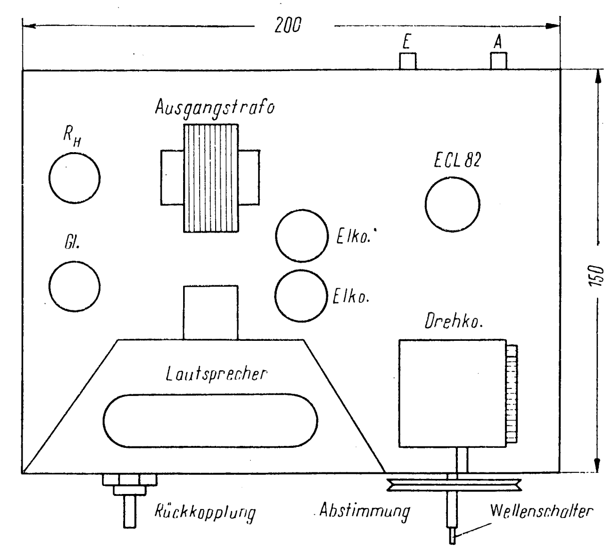


Bild 17. Aufbauschema für das Chassis des Allstrom-Einkreisempfängers

Stückliste

1 Drehkondensator (Luft) 500 pF
1 Differential-Hartpapierdrehkondensator 2 × 200 pF
1 Spulensatz ES 2 (HFW, Meuselwitz)
1 Röhre UCL 82
1 Selengleichrichter 250 V, 60 mA
2 Elektrolytkondensatoren 50 µF (350/385 V)
1 Elektrolytkondensator 50 µF (30/35 V)
1 Ausgangstransformator (pr. 5,6 kOhm)
1 Lautsprecher 3 VA
1 Heißleiter 30 V, 0,1 A
1 Kondensator 100 pF/250 V
3 Kondensatoren 5 nF/500 V
2 Kondensatoren 10 nF/250 V
1 Widerstand 2 MOhm/0,25 W
1 Widerstand 1 MOhm/0,25 W
1 Widerstand 200 kOhm/0,5 W
1 Widerstand 1250 Ohm/12 W
1 Widerstand 3 kOhm/3 W
1 Widerstand 380 Ohm/1 W
1 Skalenlampe 180/0,1 A mit Fassung
1 Feinsicherung 0,2 A mit Fassung

2.3 Wechselstrom-Einkreisempfänger

Für den Anfänger ist die Schaltung eines Einkreis-Geradeausempfängers besonders gut geeignet, um in die Geheim-

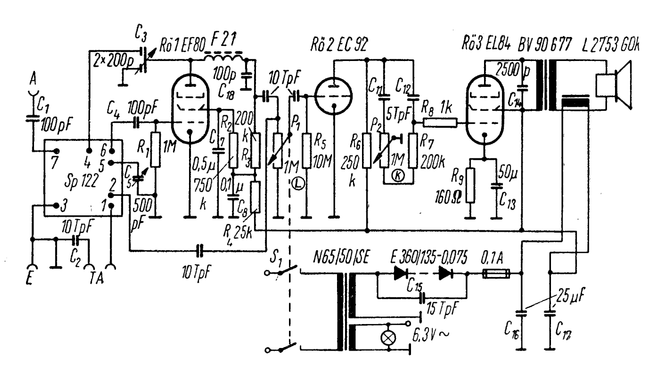


Bild 18. Schaltung für den Wechselstrom-Einkreisempfänger

nisse der Funktechnik und den Selbstbau von Funkgeräten einzudringen (Bild 18).

Derartige Schaltungen sind einfach zu übersehen, fast unkompliziert im Aufbau und Abgleich und liefern dennoch gute Empfangsergebnisse, wenn eine einigermaßen brauchbare Hochantenne zur Verfügung steht.

Das Herz der Schaltung bildet der handelsübliche Neumann-Einkreis-Spulensatz Sp 122 mit den Wellenbereichen: Kurzwelle I (15,5–25 m), Kurzwelle II (25–60 m), Mittelwelle (185–590 m) und Langwelle (750–2000 m). In der fünften Schaltstellung liegt der Tonabnehmereingang über C 6 am Lautstärkeregler P 1. Der Rückkopplungsdrehkondensator C 3 ist ein Differential-Drehko aus Hartpapier. Von der Antennenbuchse gelangt die HF-Energie über C 1 an den Spulensatz. Die Senderauswahl erfolgt mit dem Drehkondensator C 5, einem handelsüblichen Luft-Drehko. In der Audionröhre EF 80 erfolgt die Gleichrichtung, d. h. Trennung von HF-Träger und NF-Modulation. Die Niederfrequenz passiert das Filter F 21, das etwaige HF-Störreste unterdrückt. Über C 9 gelangt die NF an den Lautstärkeregler P 1 und von dort über C 10 an das Steuergitter der NF-Vorverstärkerröhre EC 92. Die Gittervorspannung dieser Röhre erzeugt der Anlaufstrom an dem sehr hohen Gitterableitwidestand R 5 dieser Röhre. Die verstärkte NF-Spannung

wird am Außenwiderstand R 6 abgenommen und gelangt über den Kondensator C 12 an das Gitter der Endröhre EL 84. Diese Röhre arbeitet als Leistungsverstärker und speist über den Ausgangsübertrager den Lautsprecher. Die Gittervorspannung wird durch die Katodenkombination R 9 / C 13 erzeugt.

Eine Klangregelung erfolgt durch das regelbare R-C-Glied C 11 / P 2. Liegt der Schleifer des Potentiometers P 2 am oberen Ende, dann erfolgt eine Höhenbeschneidung infolge des an Masse liegenden Kondensators C 11. Der Gitterableitwiderstand beträgt in diesem Fall 1,2 MOhm. Wird P 2 nach der anderen Seite geregelt, wird der Kurzschluß für die Höhen aufgehoben, dafür aber der Gitterableitwiderstand verkleinert, bis er in Endstellung nur noch 200 kOhm beträgt. Dadurch wird die untere Grenzfrequenz nach höheren Frequenzen hin verlagert.

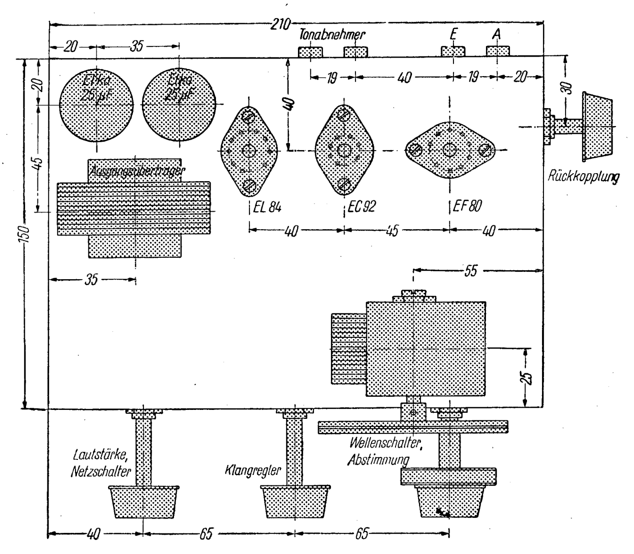


Bild 19. Aufbauschema für das Chassis des Wechselstrom-Einkreisempfängers

Das Gerät wurde für Wechselstrom 220 V 50 Hz ausgelegt. Das Gewinnen der Gleichspannung erfolgt in Einweg-Gleichrichtung. Der Kondensator C 15 dient zur Unterdrückung abstimmbaren Netzbrummens. Durch eine Sicherung 0,1 A wurde die Gleichspannung abgesichert. Die Erregerspule des Lautsprechers bildet mit den Elektrolytkondensatoren C 16 und C 17 eine Siebkette zur Glättung der Gleichspannung. Wird an Stelle des elektrodynamischen Lautsprechers ein permanentdynamisches Chassis verwendet, muß an Stelle der Erregerspule eine Netzdrossel (z. B. Neumann D 55/60) verwendet werden. Außer dem angegebenen Netztransformator ist jeder andere brauchbar, der eine Anodenwicklung von etwa 250 bis 300 V/60 mA und eine Heizwicklung 6,3 V/1,5 A besitzt.

Auch andere Röhren sind verwendbar. So z. B. 6 SJ 7, 6 J 5 und 6 V 6 bzw. EF 12, EF 12 (als Triode) und EL 11. Der Außenwiderstand der Röhre EL 84 beträgt 5,5 kOhm. Bei

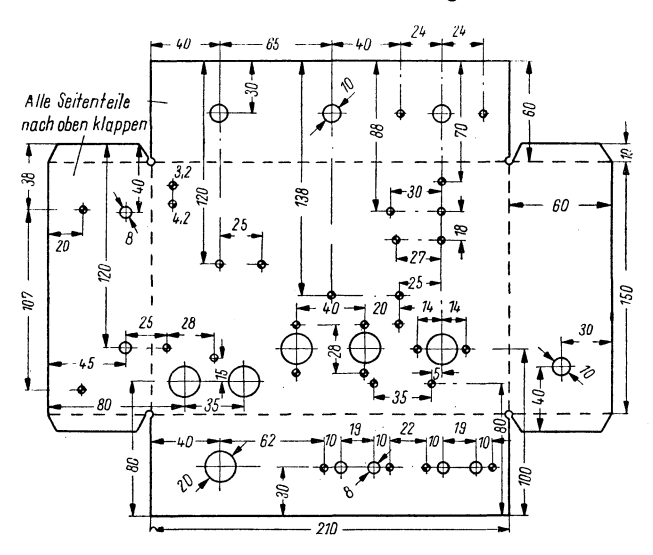


Bild 20. Maßskizze für die Abmessungen und die Bohrungen des Chassis für den Wechselstrom-Einkreisempfänger

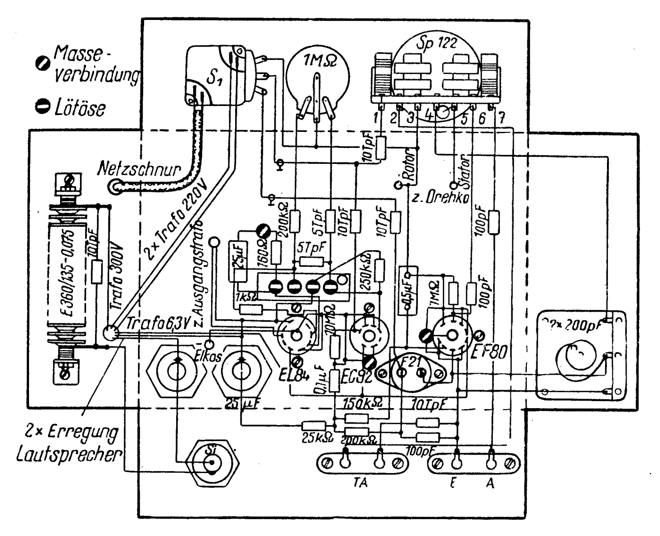


Bild 21. Verdrahtungsplan für den Wechselstrom-Einkreisempfänger

Verwendung anderer Lautsprecher und Röhren ist darauf zu achten, daß ein geeigneter Ausgangsübertrager verwendet wird. Die Primärimpedanz muß mit dem Ausgangswiderstand der Röhre übereinstimmen, während die Sekundärimpedanz mit der Impedanz der Schwingspule des Lautsprechers übereinstimmen muß.

Der Bau des Chassis ist nicht schwierig, wenn der Aufbauplan (Bild 19) und der Bohrplan (Bild 20) benutzt wird. Werden andere Teile verwendet, so muß das entsprechend berücksichtigt werden. Zum Chassisbau wird 1-mm-Eisenblech oder 2-mm-Alublech verwendet. Trockengleichrichter, Ausgangsübertrager und Drehkondensator werden mit kleinen Winkeln befestigt. Ist das Gerät fertiggestellt, dann ist ein geeignetes Gehäuse zu entwerfen und zu bauen. Der Lautsprecher sitzt neben dem Drehkondensator und vor dem Ausgangsübertrager, während der Netztransformator neben dem Chassis angeordnet wird.

Die Verdrahtung des Gerätes entnimmt der Ungeübte dem beigefügten Verdrahtungsplan (Bild 21). Vor dem Röhrensockel der Röhre EL 84 wird eine 4polige Lötösenleiste angeordnet, die einigen Bauelementen den notwendigen Halt gibt. Abgeschirmt werden lediglich die zwei Zuführungen zum Lautstärkeregler P 1, die von C 9 und C 10 ausgehen.

Bild 22 zeigt die Draufsicht und Bild 23 die Verdrahtung und Anordnung unter dem Chassis des Wechselstrom-Einkreisempfängers.

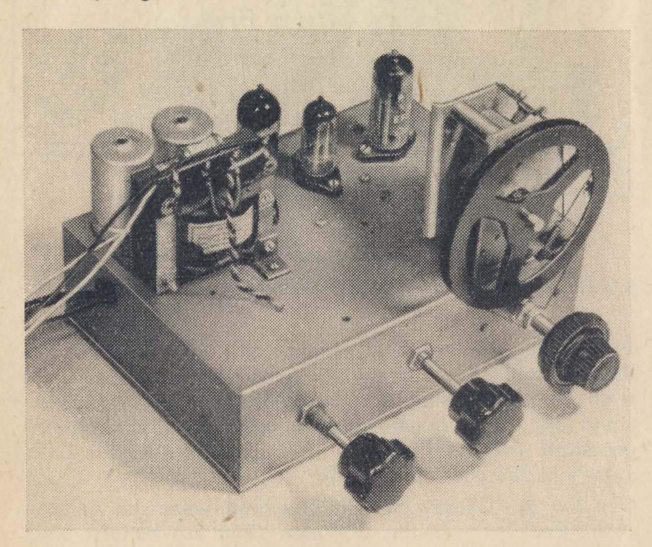


Bild 22. Blick auf das Chassis des fertiggestellten Wechselstrom-Einkreisempfängers

Stückliste

C 1, C 4, C 18 100 pF/250 V
C 2, C 6, C 9, C 10, C 15
10 nF/250 V
C 3 2 × 200 pF (Hartpapier)
C 5 45 . . . 500 pF (Luftdrehko)
C 7 0,5 μF/250 V (Becher)
C 8 0,1 μF/250 V
C 11, C 12 5 nF/250 V
C 13 50 μF/35 V (Elektrolyt)
C 14 2500 pF/250 V
C 16, C 17 25 μF/350 V (Elektrolyt)
R 1 1 MOhm/0,25 W
R 2 750 kOhm/0,5 W
R 3, R 7 200 kOhm/0,5 W

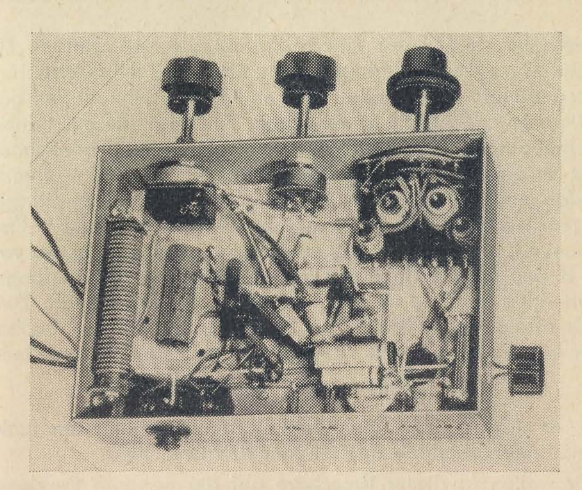


Bild 23. Blick in das verdrahtete Chassis des fertiggestellten Wechselstrom-Einkreisempfängers

R 4 25 kOhm/0,5 W
R 5 10 MOhm/0,5 W
R 6 250 kOhm/0,5 W
R 8 1 kOhm/0,25 W
R 9 160 Ohm/2 W
P 1 1 MOhm/log. mit 2poligem Schalter
P 2 1 MOhm/log.
Einkreis-Spulensatz Sp 122 (Neumann)
Rö 1 EF 80
Rö 2 EC 92
Rö 3 EL 84
Netztransformator N 65/50/SE (Neumann)
Trockengleichrichter E 360/135–0,075 (RFT)
Lautsprecher L 2753 GOK (FW Leipzig) (elektrodynamisch, oval)
Ausgangsübertrager BV 90 677 (FW Leipzig)
HF-Drossel F 21 (HFW, Meuselwitz)
Feinsicherung 0,1 A (träge)
3 Stück Röhrenfassungen (Lanco)
2 Stück Doppelbuchsen (Lanco)
Sicherungselement (RFT)
Skalenrad 100 mm ⌀

2.4 6-Kreis-Superhetempfänger

Der Geradeausempfänger, ganz gleich ob Einkreis- oder Zweikreisschaltung, ist vor allem für den Anfänger unkompliziert im Nachbau, befriedigt aber letzten Endes nicht durch seine ungenügende Trennschärfe. Eine bessere Trennschärfe aber kann nur durch mehr abgestimmte Schwing-

kreise im HF-Teil des Empfangsgerätes erzielt werden. Da beim Geradeausempfänger nicht über zwei HF-Kreise hinausgegangen wird, findet für mehrkreisige Schaltungen das Überlagerungsprinzip Anwendung. Ein nach diesem Prinzip aufgebauter Empfänger wird als „Superhet" bezeichnet. Bei einem Superhetempfänger wird die von der Antenne aufgenommene Eingangsspannung mit einer im Empfänger erzeugten Oszillatorspannung in einem bestimmten Frequenzverhältnis überlagert, so daß die Zwischenfrequenz von z. B. 468 kHz entsteht. Beträgt die Frequenz der Eingangsspannung z. B. $f_e = 932$ kHz und soll die erzeugte Zwischenfrequenz $f_z = 468$ kHz betragen, so muß der Oszillator auf die Frequenz $f_0 = 1400$ kHz abgestimmt sein. Denn

$$f_0 = f_e + f_z = 932 + 468 = 1400 \text{ kHz}.$$

Es ist üblich, daß die Oszillatorfrequenz im Rundfunkempfänger oberhalb der Eingangsfrequenz liegt.

Wir wollen in dieser Broschüre auf die näheren Probleme der Überlagerung nicht eingehen, da im volkseigenen Handel fertige und vorabgeglichene Spulensätze für den Eigenbau von Rundfunkempfängern geführt werden. Die nach der Überlagerung bzw. Mischung erhaltene Zwischenfrequenz wird in einem Zwischenfrequenzverstärker mit fest auf die Zwischenfreqenz eingestellten Schwingkreisen verstärkt. Zur Verbesserung der Trennschärfe und Erreichung einer bestimmten Bandbreite für die Übertragung des Tonfrequenzbereiches werden immer zwei ZF-Schwingkreise zu einem Bandfilter zusammengefaßt. Da für die Mischung ein Eingangskreis und ein Oszillatorkreis notwendig sind, beide variabel, besitzt z. B. ein 6-Kreis-Super vier ZF-Kreise (zwei Bandfilter). Nach der ZF-Verstärkung wird die ZF-Spannung gleichgerichtet, und man erhält die Niederfrequenzspannung, die der empfangenen HF-Eingangsspannung aufmoduliert war. Diese NF-Spannung wird dem NF-Verstärker, zugeführt, der meist aus NF-Vorverstärker und NF-Endverstärker besteht, also zweistufig ausgeführt ist. Über den am Ausgangstransformator angeschlossenen Lautsprecher erfolgt dann die Schallabstrahlung.

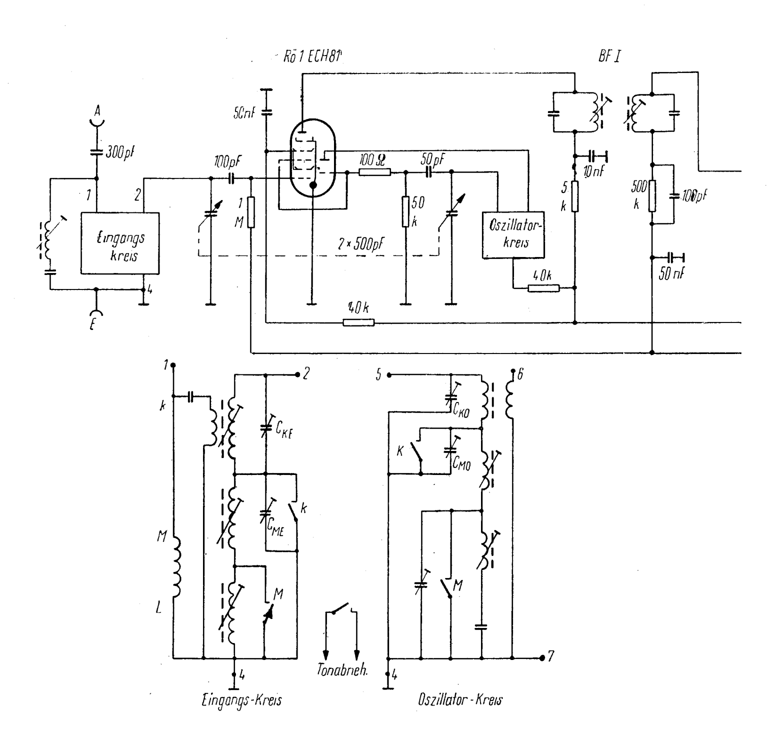
Bild 24 (siehe Seite 41/42) zeigt die Schaltung für einen erprobten 6-Kreis-Superhetempfänger mit K-M-L-Wellenbereich,

außerdem sind Anschlüsse für einen zweiten Lautsprecher und für einen Tonabnehmer vorgesehen. Als Spulensatz wird das Eingangsaggregat SU 2 (HFW, Meuselwitz) verwendet. Dieser Spulensatz besitzt auf dem Kurz- und Mittelwellenbereich eine hochinduktive und auf dem Langwellenbereich eine niederinduktive Antennen-Ankopplung. Der Spulensatz wird an den Abgleichpunkten 19 m, 49 m, 1300 kHz, 600 kHz und 200 kHz abgeglichen geliefert. Als Misch- und Oszillatorröhre wird die Röhre ECH 81 verwendet. Die Antennenenergie gelangt von der Antennenbuchse über den Kondensator von 300 pF zur Antennenspule des Eingangsteiles. Der abstimmbare Eingangskreis liegt über 100 pF am ersten Steuergitter des Heptodensystems der Röhre ECH 81. Der Gitterableitwiderstand von 1 MOhm liegt nicht an Masse, sondern an der Schwundregelleitung. Das erste Steuergitter erhält also eine Regelspannung, die bei Schwunderscheinungen dafür sorgt, daß die eingestellte Lautstärke durch größere Verstärkung erhalten bleibt. Die Erzeugung der Oszillatorfrequenz erfolgt im Triodensystem der gleichen Röhre. Um die feste Zwischenfrequenz von 468 kHz zu erhalten, müssen Eingangskreis und Oszillatorkreis gemeinsam abgestimmt werden. Das geschieht durch einen Drehkondensator von 2 × 500 pF. Die Oszillatorfrequenz liegt dabei um den Betrag der ZF höher als die Eingangsfrequenz. Die Oszillatorfrequenz wird dem zweiten Steuergitter des Heptodensystems von Rö 1 zugeführt. Im Anodenkreis erhält man die ZF, die über ein ZF-Bandfilter der ZF-Verstärkerröhre EF 89 zugeführt wird. Als Bandfilter findet der Typ ZB 1 vom HFW Meuselwitz Verwendung. Diese Röhre wird ebenfalls geregelt, und der Gitterableitwiderstand von 500 kOhm liegt infolgedessen ebenfalls an der Schwundregelleitung.

Zur Vermeidung einer Selbsterregung ist Rö 2 durch die Kondensatoren 5 nF und 2 nF neutralisiert. Im Anodenkreis von Rö 2 liegt das zweite ZF-Filter, an dessen Sekundärkreis an der Anzapfung die Gleichrichtung durch ein Diodensystem der Röhre Rö 3 vorgenommen wird. Über ein RC-Glied ist dann am Lautstärkeregler (1 MOhm log.) die NF zur weiteren Verstärkung verfügbar.

Als NF-Vorverstärker arbeitet das Triodensystem der Röhre

EABC 80. Die Gittervorspannung wird ohne Katodenkombination durch den Gitteranlaufstrom an dem sehr hohen Gitterableitwiderstand von 10 MOhm gewonnen. Über eine RC-Kopplung schließt sich dann die Endröhre EL 84 an. Die Gittervorspannung wird durch die Katodenkombination 200 Ohm – 50 µF erzeugt. Im Anodenkreis liegt der Ausgangstransformator, der bei der Röhre EL 84 eine Primärimpedanz von 5,5 kOhm besitzen muß. Der sekundärseitige Widerstand richtet sich nach dem Schwingspulenwiderstand des verwendeten Lautsprechers. Für das Versuchsgerät wurde der Oval-Lautsprecher P 533 BB des VEB (K) Elektrogerätebau Leipzig verwendet. Dieser Lautsprecher besitzt



eine Nennbelastung von 4 VA, einen Frequenzumfang von 70 bis 15 000 Hz und eine Schwingspulenimpedanz von 3 Ohm. Die Korbabmessngen betragen 214 × 156 mm und die Einbautiefe 95 mm.
Für die Gleichrichtung wird das Diodensystem I der Röhre EABC 80 verwendet, da dieses hochohmig ist. Die Schwundregelspannung wird durch ein zweites Diodensystem gewonnen. Dazu wird über den Kondensator von 10 pF vom Primärkreis des zweiten ZF-Bandfilters ein Teil der ZF-Spannung auf die Diode gekoppelt. Ein Siebglied von 1 MOhm und 0,1 µF ergibt für die Schwundregelspannung eine Zeitkonstante von etwa 0,1 s. Zur Klangverbesserung dient eine

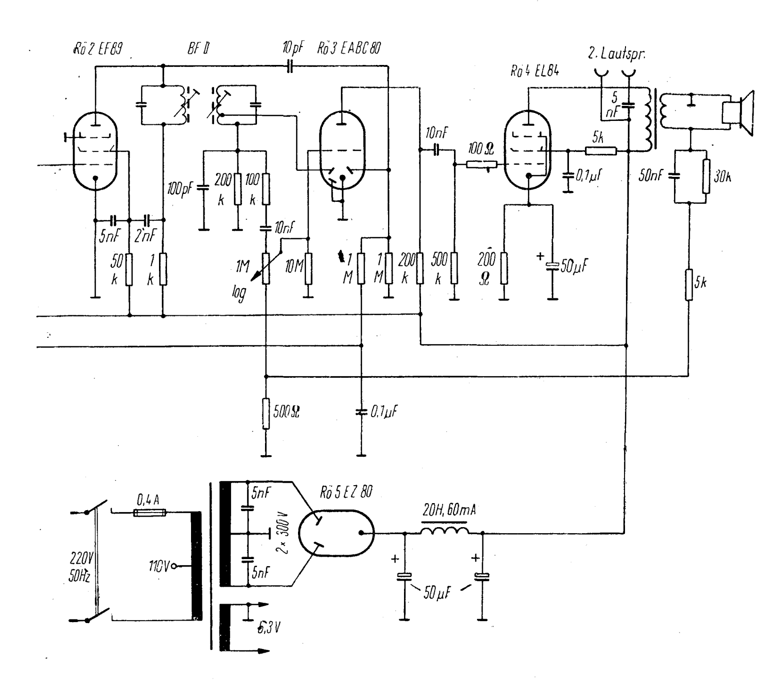


Bild 24. Schaltung für den 6-Kreis-Superhetempfänger

frequenzabhängige Gegenkopplung, die von der Sekundärseite des Ausgangstransformators zum erdseitigen Ende des Lautstärkereglers führt. Zu diesem Zweck ist der Lautstärkeregler über den Widerstand von 500 Ohm hochgelegt. Soll eine stetige Klangbeeinflussung z. B. durch Höhenabsenkung erfolgen, so kann zwischen der Anode der Endröhre und Masse die Reihenschaltung eines Kondensators (20 nF) und eines Potentiometers (100 kOhm, lin) eingefügt werden. Der Kondensator muß spannungsfest sein und deshalb für eine Betriebsspannung von 700 V bemessen werden. Zur Unterdrückung von Sendern, die auf der ZF arbeiten, liegt an der Antennenbuchse ein ZF-Saugkreis, für den der Typ SK 1 von HFW Meuselwitz verwendet wird. Das Netzteil weist

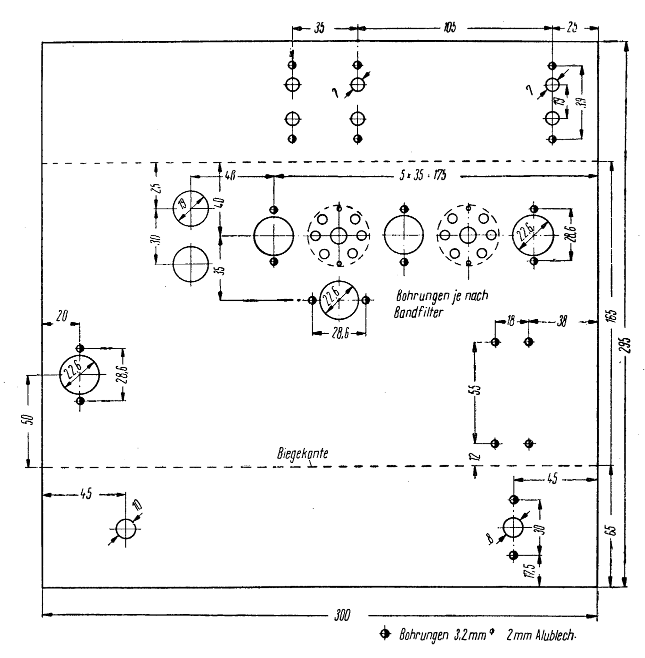


Bild 25. Maßskizze für das Chassis des 6-Kreis-Superhets

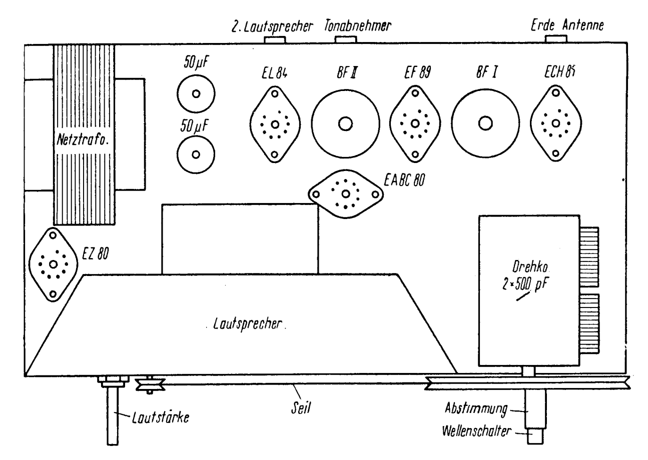


Bild 26. Aufbauschema für das Chassis des 6-Kreis-Superhets

keine Schwierigkeiten auf. Der Netzschalter ist mit dem Lautstärkenregler kombiniert. Als Netztransformator eignet sich jeder Typ, der etwa 2 × 300 V, 60 mA und 6,3 V bei etwa 3 A abgibt (z. B. Typ N 85 U von G. Neumann, Creuzburg/Werra). Die Siebdrossel muß für 60 mA ausgelegt sein. Die Elektrolytkondensatoren besitzen eine Kapazität von 50 µF und eine Betriebsspannung von 500/550 V.

Über den mechanischen Aufbau geben die Bilder 25 bis 28 Aufschluß. Das Chassis wird mit den angegebenen Maßen aus 2 mm dickem Alublech gebogen. Es empfiehlt sich, die Bohrungen und Aussparungen vor dem Biegen anzufertigen. Die Anordnung der elektrischen Bauteile auf dem Chassis geht aus Bild 26 hervor. Als Skala wird eine Linearskala verwendet. Das benötigte Seilrad muß einen Durchmesser von ∾ 85 mm haben. Die Maße der Halterung der Umlenkrolle und die Skalenrückwand geben Bild 27 und Bild 28 an. Den fertiggestellten 6-Kreis-Superhetempfänger zeigen Bild 29 und Bild 30. Ist das Gerät fertig verdrahtet und liegen alle Betriebsspannungen an den entsprechenden Röhrenelektroden, so muß das Gerät abgeglichen werden,

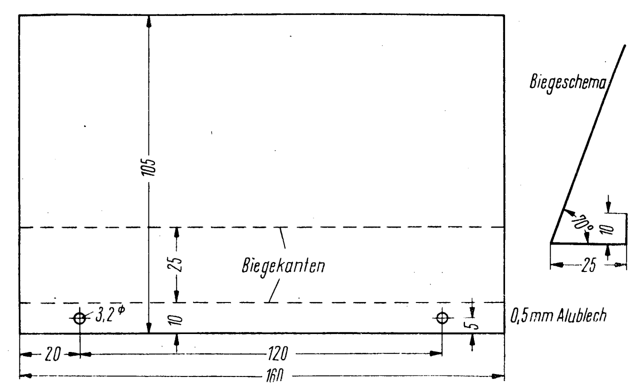


Bild 28. Maßskizze für die Skalenrückwand des 6-Kreis-Superhets

damit ein Maximum an Empfangsleistung erzielt wird. Sollte das Gerät bei der Inbetriebnahme pfeifen, so schwingt der ZF-Verstärker; dann muß erst seine Verdrahtung überprüft werden. Die Zuführungen zu dem Gitterkreis und dem nachfolgenden Anodenkreis dürfen nicht miteinander koppeln.

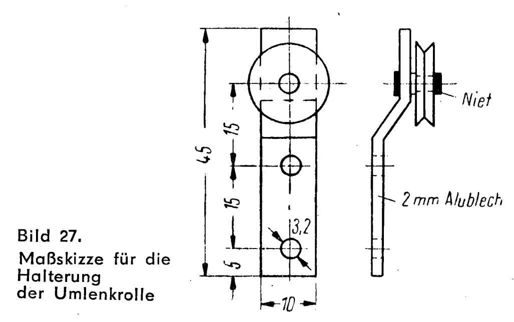


Bild 27.
Maßskizze für die Halterung der Umlenkrolle

Für den Abgleich des Empfängers wird ein Meßsender bzw. Prüfgenerator benötigt. Erfahrenen Kameraden gelingt zwar ein Abgleich ohne Verwendung eines Prüfgenerators, aber maximale Ergebnisse werden dann nicht erzielt. Der Anfänger sollte auf jeden Fall die Hilfe erfahrener Kameraden

in Anspruch nehmen. Da der Spulensatz vorabgeglichen geliefert wird, sind bei einwandfreier Verdrahtung auf dem Mittelwellenbereich schon einige Sender zu empfangen.

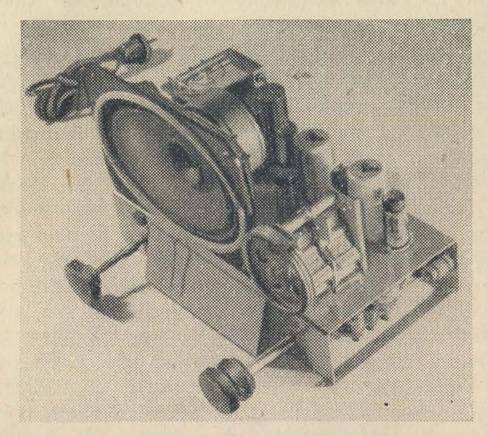


Bild 29. Blick auf das Chassis des fertiggestellten 6-Kreis-Superhets

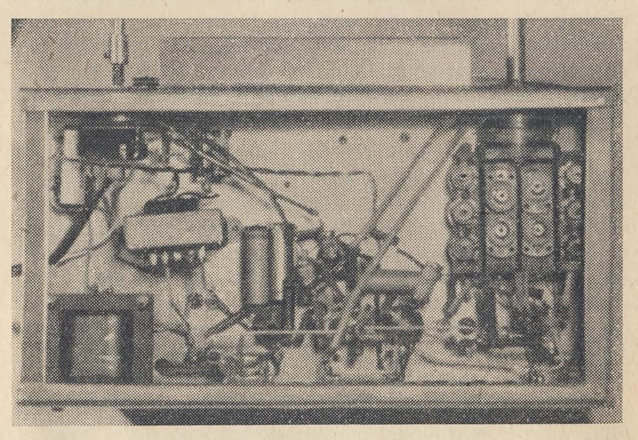


Bild 30. Blick in das verdrahtete Chassis des fertiggestellten 6-Kreis-Superhets

Vor einem planlosen Verstellen der Abgleichelemente muß gewarnt werden, da sonst kein vernünftiges Ergebnis zu erzielen ist. Bei diesem Empfänger sind für den Abgleich immerhin 15 Verstellmöglichkeiten gegeben für alle drei Wellenbereiche.

Als erstes wird der ZF-Verstärker abgeglichen. Dazu schaltet man den Empfänger auf den Mittelwellenbereich. An die Buchsen für den zweiten Lautsprecher wird ein Vielfachmesser geschaltet, der auf einen Wechselspannungsbereich eingestellt wird (z. B. 30 V). In eine Zuführung zum Instrument schalten wir einen Kondensator von 1 μF, damit die an den Lautsprecherbuchsen liegende Gleichspannung vom Vielfachmesser ferngehalten wird. Ist ein Meßsender vorhanden, so wird dieser auf eine Frequenz von 468 kHz eingestellt und an das erste Steuergitter der Mischröhre geschaltet. Steht kein Meßsender zur Verfügung, so wird mit dem Drehkondensator ein schwach einfallender Mittelwellensender eingestellt. Dann werden die Abgleichkerne der ZF-Bandfilter auf Maximum (größte Lautstärke) gebracht. Mit dem letzten Kreis, dem Dioden-Kreis, wird begonnen, und nacheinander abgestimmt, als letzter der Anodenkreis der Mischröhre. Dieser Vorgang wird mehrmals wiederholt. Anschließend wird der Meßsender an die Antennenbuchse gelegt und der Saugkreis, der zwischen Antennen- und Erdbuchse liegt, auf Minimum (kleinste Lautstärke) abgeglichen. Bei Abgleich ohne Meßsender wird am Saugkreis nichts verändert.

Nun erfolgt der Abgleich des Eingangsaggregates, und zwar in der Reihenfolge Kurz-Mittel-Lang. Bild 31 gibt Aufschluß über die einzelnen Abgleichelemente. Zu beachten ist, daß bei eingedrehtem Drehkondensator immer die Spule und bei ausgedrehtem Drehkondensator immer der Parallel-Trimmer verstellt wird. Das trifft nicht zu für den Langwellenbereich, da dort nur bei einer Frequenz ein Spulenabgleich vorgenommen wird. Der Meßsender wird an die Antennenbuchse geschaltet. Bei eingedrehtem Drehko stellen wir die KW-Oszillatorspule auf 5,9 MHz und bei ausgedrehtem Drehko den KW-Oszillatortrimmer auf 20 MHz ein. Auf 6,1 MHz und 15 MHz werden nun KW-Eingangsspule und KW-Eingangstrimmer auf Maximum eingestellt.

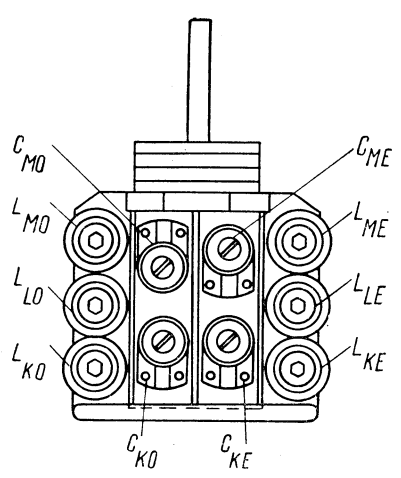


Bild 31. Anordnung der Abgleichelemente beim 6-Kreis-Superhet-Spulensatz der FTW Meuselwitz

Diese Vorgänge werden mehrmals wiederholt, ehe auf den Mittelwellenbereich umgeschaltet wird. Auf Mittelwelle wiederholen sich diese Vorgänge wie folgt:

510 kHz MW-Oszillatorspule
1620 kHz Oszillatortrimmer
600 kHz MW-Eingangsspule
1300 kHz MW-Eingangstrimmer

Auf dem Langwellenbereich ist nur die LW-Oszillatorspule bei eingedrehtem Drehko auf 145 kHz einzustellen und die LW-Eingangsspule bei 200 kHz auf Maximum abzugleichen. Steht kein Meßsender zur Verfügung, so wird für die einzelnen Bereiche folgendes Abgleichschema empfohlen:

Kurzwelle

a) Sender im 49-m-Band einstellen und Abgleich an KW-Oszillator- und KW-Eingangsspule auf Maximum.

b) Sender im 19-m-Band einstellen und Abgleich an KW-Oszillator- und KW-Eingangstrimmer auf Maximum.

Diese beiden Vorgänge sind mehrmals zu wiederholen, mit dem Abgleich der Trimmer auf 19 m ist der Abgleich des KW-Bereiches zu beenden.

Mittelwelle

a) Sender auf etwa 600 kHz (500 m) einstellen und Abgleich am MW-Oszillator- und MW-Eingangsspule auf Maximum.

b) Sender auf etwa 1300 kHz (220 m) einstellen und Abgleich am MW-Oszillator- und MW-Eingangstrimmer auf Maximum.

Diese beiden Vorgänge sind mehrmals zu wiederholen, mit dem Abgleich der Trimmer auf etwa 1300 kHz ist der Abgleich des MW-Bereiches zu beenden.

Langwelle

Sender auf etwa 200 kHz (1500 m) einstellen und Abgleich an LW-Oszillator- und LW-Eingangsspule auf Maximum.

Auf dem LW-Bereich ist nur dieser Spulenabgleich vorgesehen. Das Abgleichen ohne Meßsender ist immer bei voll aufgedrehtem Lautstärkeregler durchzuführen. Wird der Sender zu laut, so ist ein schwächerer einzustellen. Wir erreichen damit, daß durch die einsetzende Schwundregelung nicht der Abgleich verfälscht wird.

Stückliste

Spulensatz SU 2
(HFW, Meuselwitz)
2 Bandfilter ZB 1, 468 kHz
(HFW, Meuselwitz)
Saugkreis SK 1 (HFW, Meuselwitz)
Rö 1 ECH 81
Rö 2 EF89
Rö 3 EABC 80
Rö 4 EL 84
Rö 5 EZ 80
Netztransformator N 85 U
(G. Neumann)
Netzdrossel D 55/60
(G. Neumann)
Drehkondensator 2 × 500 pF
2 Elektrolytkondensatoren 50 μF
(500/550 V)
Elektrolytkondensator 50 μF
(30/35 V)
Lautsprecher, oval, 4 VA
Ausgangsübertrager,
primär 5,6 kOhm
Potentiometer und Schalter,
1 MOhm lin.

Für die Kondensatoren genügt eine Spannungsfestigkeit von 250 V. Lediglich die beiden Kondensatoren 5 nF parallel zu den Anodenwicklungen des Netztransformators müssen für 500 V Wechselspannung ausgelegt sein.

Alle Gitterableitwiderstände besitzen eine Belastung von 0,25 W, die Schirmgitter- und Anodenvorwiderstände werden für 0,5 W ausgelegt, der Katodenwiderstand der Röhre EL 84 von 200 Ohm ist mit 2 W belastbar.

3. Geräte der Elektroakustik

Viele Amateure beschäftigen sich mit der Elektroakustik, sei es mit der Tonband-Aufnahmepraxis, der Schallplattenwiedergabe oder der „HiFi"-Technik. Für diese sollen einige Schaltungen besprochen werden, die für die Erweiterung der entsprechenden Anlagen gedacht sind.

3.1 Mikrofon-Vorverstärker

Kristallmikrofone geben nur eine sehr geringe Spannung ab, zudem sind sie hochohmig, so daß keine längeren Zuleitungen bis zum eigentlichen Verstärker benutzt werden dürfen. Besitzt der Verstärker keinen empfindlichen Eingang, so muß auf jeden Fall ein besonderer Mikrofon-Vorverstärker vorgeschaltet werden. Bild 32 zeigt die Schaltung für einen zweistufigen Mikrofon-Vorverstärker, der für ein handelsübliches Kristallmikrofon (VEB Funkwerk Leipzig) geeignet ist. Mit den angegebenen Werten wird eine etwa 170fache Spannungsverstärkung in dem Pentodensystem erreicht. Die nachfolgende Triode trägt nichts mehr zur Verstärkung bei, sie dient lediglich in der Anodenbasisschaltung zur Errei-

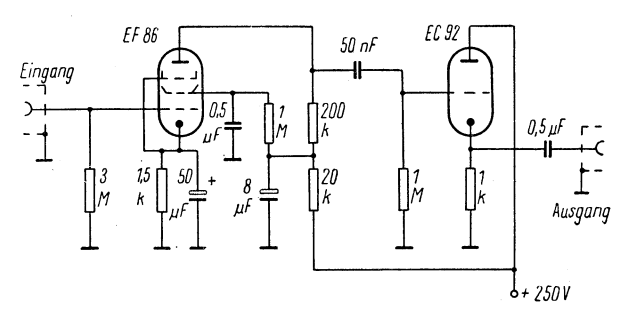


Bild 32. Schaltung des Mikrofon-Vorverstärkers für Kristallmikrofone

chung eines niederohmigen Ausganges. Bei einem niederohmigen Ausgang kann bis zum eigentlichen Verstärker ein längeres Kabel benuzt werden, ohne daß Höhenverluste oder Brummeinstreuungen auftreten.

Als Mikrofon-Vorverstärkerröhre wird die kling- und brummarme NF-Pentode EF 86 verwendet (siehe „Der praktische Funkamateur", Band 13 „Miniaturröhren und ihre Schaltungstechnik"). Sie arbeitet in normaler Katodenbasisschaltung, die Gittervorspannung wird vollautomatisch durch eine Katodenkombination erzeugt. Das hochohmige Kristallmikrofon wird über eine abgeschirmte Buchse an das Steuergitter angeschlossen. Schirmgitterspannung und Anodenspannung werden besonders gut gesiebt, da bei der Verstärkung kleiner Eingangsspannungen ein großer Brummabstand vorhanden sein muß. Diese gute Siebung muß auch bei einem eventuell mit eingebautem, kleinem Stromversorgungsgerät vorhanden sein. Die Triode EC 92 wird über RC-Kopplung angeschlossen, und an der Katode kann man über einen Kondensator von 0,5 µF die verstärkte NF-Spannung entnehmen. Da die Verstärkung der Anodenbasisstufe < 1 ist, kann bei dem beschriebenen Mikrofonvorverstärker mit einem Verstärkungsfaktor von etwa 150 gerechnet werden.

Der Aufbau des Mikrofonvorverstärkers erfolgt auf einem Chassis, das in ein kleines Blechgehäuse eingebaut wird.

Stückliste

Röhre EF 86 und EC 92
Elektrolytkondensator 8 µF (350/380 V)
Elektrolytkondensator 50 µF (6/8 V)
2 Kondensatoren 0,5 µF/250 V
Kondensator 50 nF/250 V
Widerstand 3 MOhm/0,25 W
Widerstand 1 MOhm/0,25 W
Widerstand 1 MOhm/0,5 W
Widerstand 200 kOhm/0,5 W
Widerstand 20 kOhm/0,5 W
Widerstand 1,5 kOhm/0,5 W
Widerstand 1 kOhm/0,5 W
2 Flanschsteckdosen, 3polig

3.2 Mischeinrichtung für Verstärker

Zum Durchführen einer eigenen Sendung müssen wir die Möglichkeit haben, verschiedene Tonfrequenzspannungen miteinander zu mischen; z. B. eine Musiksendung mit Mikrofonansagen oder eine Sprachsendung mit Musik „unter-

malen". Gibt die Tonfrequenzquelle genügend NF-Spannung ab, dann ist eine Schaltung ohne Verstärkung, wie sie in Bild 33 für die Eingänge „Rundfunk" und „UKW" gezeigt wird, ausreichend. Da diese beiden Sendungen kaum gleichzeitig benötigt werden, wird ein Potentiometer 2 × 1 MOhm log. mit Überblend-Charakteristik verwendet. Die Mittelanzapfung bei 50 Prozent des Drehwinkels wird geerdet. Dadurch ist es möglich, von einem Programm zum anderen überzublenden. In der oberen Endstellung ist z. B. das Rundfunkprogramm am lautesten. Mit beginnendem Drehwinkel wird dieses immer leiser. Bei 50 Prozent des Drehwinkels ist die Lautstärke gleich Null. Wird das Überblend-Potentiometer weiter gedreht, so ertönt das UKW-Programm erst leise, und dann immer lauter. In der unteren Endstellung ist dieses am lautesten. Bei der Überblendung werden also beide Programme stets nur einzeln dem Verstärker zugeführt. Anders ist es bei der Mischung, denn

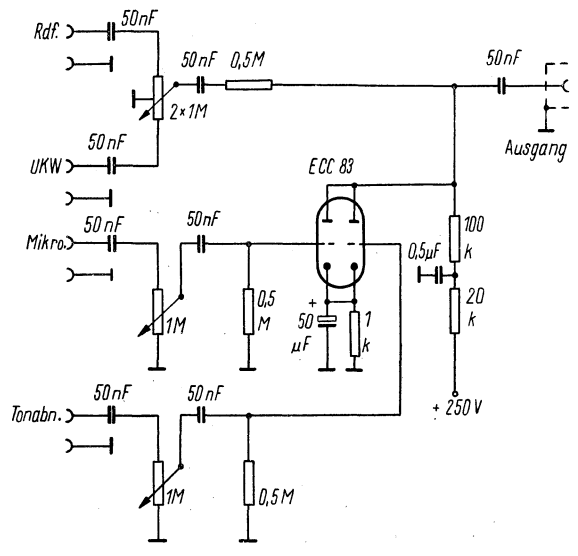


Bild 33. Schaltung einer Mischeinrichtung für Verstärker

dann können zwei Programme an den Verstärkereingang gelegt werden. Bild 33 zeigt eine Mischschaltung für die Eingänge „Mikrofon“ und „Tonabnehmer“ mit getrennter Verstärkung in je einem Triodensystem. Die getrennten Programme werden über Lautstärkeregler dem Steuergitter der jeweiligen Triode zugeführt. Die Gittervorspannung für beide Trioden wird durch die gemeinsame Katodenkombination erzeugt. Beide Anoden sind parallelgeschaltet und mischen beide Programme. Natürlich kann auch entweder „Rundfunk“ oder „UKW“ mit einem der unteren Programme gemischt werden.

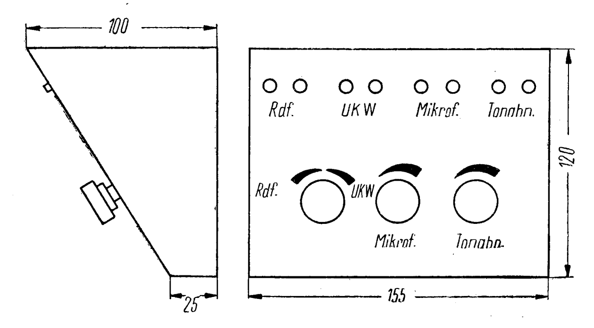


Bild 34. Aufbauschema für die Mischeinrichtung

Als Röhre wird die Doppeltriode ECC 83 verwendet. Alle Ein- und Ausgänge sind gleichspannungsfrei durch die Kopplungskondensatoren von 50 nF/250 V. Für den Ausgang wird zweckmäßig eine abgeschirmte 3polige Flanschsteckdose benutzt. Für die Eingänge genügen normale 2polige Buchsen mit 19 mm Steckerabstand. Die Stromversorgung kann dem nachgeschalteten Verstärker entnommen werden. Für den Aufbau gibt Bild 34 ein Beispiel. Zum Erreichen einer bestimmten Bequemlichkeit wird das Gehäuse pultförmig gestaltet. Die Röhre ECC 83 wird liegend eingebaut. An der Rückwand befindet sich eine 3polige Flanschsteckdose für den Ausgang und eine für die Zuführung der Betriebsspannungen.

Stückliste

Röhre ECC 83
Überblend-Potentiometer
2 × 1 MOhm log.
2 Potentiometer 1 MOhm log.
Elektrolytkondensator 50 μF
(6/8 V)
Kondensator 0,5 μF (250 V)
8 Kondensatoren 50 nF/250 V
3 Widerstände 500 kOhm/0,25 W
Widerstand 100 kOhm/0,5 W
Widerstand 20 kOhm/0,5 W
2 Flanschsteckdosen, 3polig
4 Telefonbuchsenleisten, 2polig

3.3 NF-Verstärker für 4 W

Dieser Verstärker wurde für den Schallplattenfreund entworfen, der sich gern einen kleinen tragbaren Phonokoffer bauen möchte. Ein solcher Phonokoffer enthält neben dem Plattenspielerchassis einen Verstärker und den dazugehörigen Lautsprecher. Soll der Lautsprecher im Gehäusedeckel untergebracht werden, so muß ein Flachlautsprecher des VEB Funkwerk Leipzig verwendet werden. Es werden zwei Typen hergestellt, der Flachlautsprecher L 3358 PFL für eine Nennbelastbarkeit von 2 VA und der L2655 PFL für 4 VA. Für den Phonokoffer genügt der kleine Lautsprecher mit einem Korbdurchmesser von 165 mm und einer Einbautiefe von 56 mm. Die Schwingspulenimpedanz dieses Lautsprechers

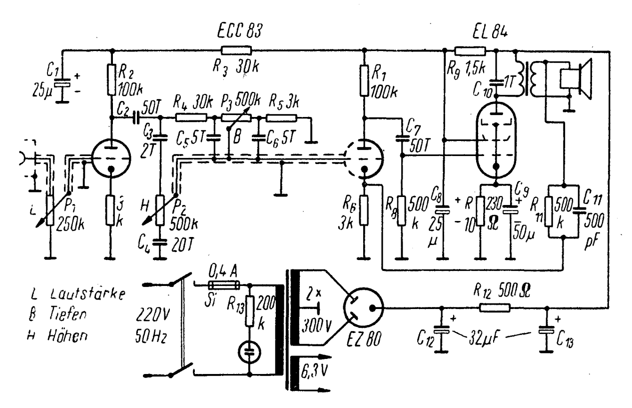


Bild 35. Schaltung für einen NF-Verstärker mit 4 Watt Ausgangsleistung

beträgt 3,6 Ohm. Soll der Lautsprecher an einer Seite des Unterteiles des Koffers angebracht werden, wird wegen der geringen Höhe ein Ovallautsprecher verwendet. Dafür sind vom gleichen Betrieb die Ovallautsprecher L 2258 PBO oder L 2759 PBO geeignet. Der Korbdurchmesser beträgt 155 × 215 mm und die Einbautiefe 77 mm. Außerdem genügt die Schaltung auch den Ansprüchen des Amateurs für eine kleine Heimanlage und kann zu diesem Zweck in ein entsprechendes Gehäuse eingebaut werden.

Der Verstärker ist dreistufig aufgebaut und verwendet als Endröhre eine EL 84 (Bild 35).

Damit steht eine Leistung von etwa 4 Watt zur Verfügung, die in Räumen kaum voll ausgenutzt werden kann. Im Vorverstärker wird die Röhre ECC 83 benutzt, die genügend Verstärkung ergibt, so daß eine wirksame, getrennt wirkende Höhen- und Tiefenregelung sowie eine Gegenkopplung angewendet werden kann. Im Eingang des Verstärkers liegt der Lautstärkeregler P 1. Zwischen den beiden Vorröhrensystemen liegt das Klangregelnetzwerk mit den beiden Potentiometern P 2 (Höhen) und P 3 (Tiefen, Bässe). Die Katodenwiderstände R 1 und R 6 sind kapazitiv nicht überbrückt. Von der Sekundärseite des Ausgangstransformators gelangt eine Wechselspannung über R 11 und C 11 zur Katode der zweiten Vorröhre und bewirkt die Gegenkopplung. Die Kopplungskondensatoren C 2 und C 7 wurden mit 50 nF reichlich bemessen, damit auch tiefe Frequenzen ohne wesentlichen Abfall übertragen werden. Mit Siebkondensatoren (C 1 und C 8) wurde nicht gespart, was sich natürlich in einer brummfreien Wiedergabe bemerkbar macht.

Das Netzteil weist keine besonderen Schwierigkeiten auf. Es genügt ein Netztrafo, der eine Anodenspannung von 2 × 300 V bei 50 bis 60 mA und eine Heizspannung von 6,3 V bei etwa 2 A abgibt. An Stelle des Siebwiderstandes R 12 kann auch eine kleine Netzdrossel für 60 mA angeordnet werden. Der Netz-Einschalter wird mit dem Lautstärkeregler P 1 kombiniert. Die Heizspannung wird entweder einseitig an Masse gelegt oder mit einem Entbrummregler symmetriert. Beide Reglerenden liegen dabei an der Heizspannung, während der Schleifer mit Masse verbunden wird. Bei eingeschaltetem Verstärker wird dieser Regler auf mini-

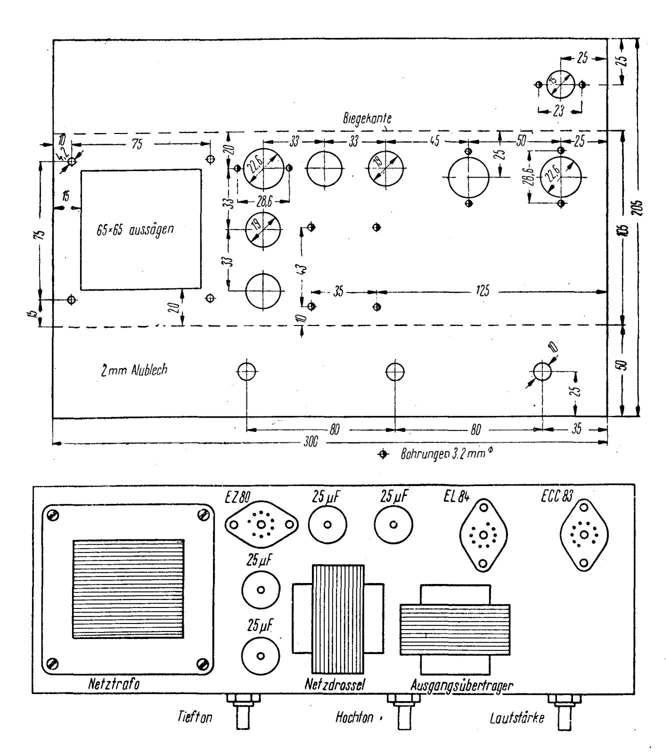


Bild 36. Bohrplan (oben) und Aufbauschema (unten) für das Chassis des NF-Verstärkers

males Brummen eingestellt. Für den Aufbau des Verstärkers gibt Bild 36 die Maße an. Die Höhe des Chassis beträgt etwa 50 mm. Das Chassis selbst wird aus 2-mm-Aluminiumblech gefertigt.

Bild 36 zeigt die Anordnung der einzelnen elektrischen Bauelemente. Als Eingangsbuchse wird eine 3polige Flanschsteckdose verwendet, wie sie für den Tonbandanschluß in modernen Rundfunkempfängern üblich sind. Der Ausgangstransformator wird neben der Siebdrossel oberhalb des

Chassis angeordnet. Dabei ist zum Vermeiden magnetischer Einflüsse zu beachten, daß beide Blechpakete senkrecht zueinander stehen. Die Primärimpedanz des Ausgangstransformators beträgt für die Röhre EL 84 5,6 kOhm. Die Sekundärimpedanz muß mit der Schwingspulenimpedanz des verwendeten Lautsprechers übereinstimmen. Zur Anzeige des Betriebszustandes dient die Glimmlampe, die mit dem Vorwiderstand am Netz liegt.

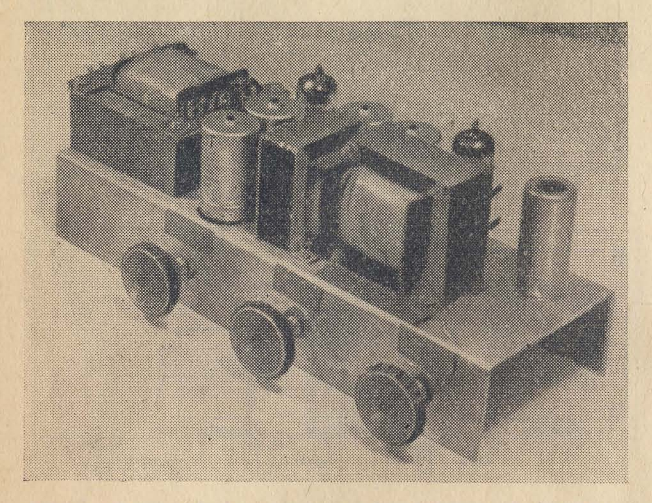


Bild 37. Blick auf das Chassis des fertiggestellten 4-W-NF-Verstärkers

Zur besseren Verdrahtung liegt unterhalb des Chassis eine 12polige Lötösenleiste, die vor den Röhrensockeln angeordnet wird. Bild 37 zeigt die Ansicht des fertiggestellten Verstärkers.

Stückliste

Röhren ECC 83, EL 84, EZ 80
Netztransformator N 85/580 617 (G. Neumann)
Netzdrossel D 55/60
Lautsprecher permanentdynamisch, 2 bis 4 V
Ausgangstransformator, primär 5,6 kOhm

C 1 8 µF Elko 350/380 V
C 2 50 nF/250 V
C 3 2 nF/250 V
C 4 20 nF/250 V
C 5 5 nF/250 V
C 6 5 nF/250 V
C 7 50 nF/250 V
C 8 8 µF Elko 350/380 V
C 9 50 µF Elko 30/35 V
C 10 1 nF/250 V
C 11 500 pF/250 V
C 12 32 µF Elko 500/550 V
C 13 32 µF Elko 500/550 V
R 1 2 kOhm/0,5 W
R 2 100 kOhm/0,5 W
R 3 30 kOhm/0,5 W
R 4 30 kOhm/0,25 W
R 5 3 kOhm/0,25 W
R 6 3 kOhm/0,5 W
R 7 100 kOhm/0,5 W
R 8 500 kOhm/0,25 W
R 9 1,5 kOhm/0,5 W
R 10 230 Ohm/2 W
R 11 500 kOhm/0,25 W
R 12 500 Ohm/3 W
R 13 200 kOhm/0,25 W
P 1 Potentiometer 250 kOhm log. mit Schalter
P 2 Potentiometer 500 kOhm lin.
P 3 Potentiometer 500 kOhm lin.
Gl Glimmlampe, 3polig
Feinsicherung 0,4 A mit Halterung

4. Schaltungen für den KW-Amateur

4.1 Tongenerator zum Morsen

Wer hat nicht schon einmal auf dem Kurzwellenbereich seines Empfängers den geheimnisvollen Morsezeichen gelauscht und sich dabei gefragt, was sie wohl bedeuten mögen? Um diese Sprache der Funker zu verstehen, muß als Vorbedingung das Morsealphabet beherrscht werden. In den Radiozirkeln der Jungen Pioniere und den Ausbildungsgruppen „Amateurfunk" der Gesellschaft für Sport und Technik ist Gelegenheit, das Morsen zu erlernen.

Benötigt wird dazu ein Tongenerator, eine Morsetaste und ein Kopfhörer. Während der Kopfhörer und die Morsetaste in einem Fachgeschäft gekauft werden, wollen wir den Tongenerator selbst bauen. Aus den zahlreichen dafür verwendbaren Schaltungen wählen wir eine aus, die im Aufwand tragbar ist und doch höheren Ansprüchen gerecht wird.

Der Tongenerator ist mit einer Doppeltriode 6 SL 7 bestückt (Bild 38). Natürlich lassen sich auch andere Doppeltrioden, wie ECC 81, ECC 83 usw. verwenden. Auch zwei einzelne Trioden lassen sich verwenden, nur muß dann das Gerät etwas größer aufgebaut werden. Die Schwingungserzeugung erfolgt durch ein Phasenkettenglied aus Widerständen und Kondensatoren, das zwischen Gitter und Anode der einen Triode liegt. Das Phasenkettenglied sorgt für die zur Schwin-

gungserzeugung notwendige Rückkopplung zwischen Gitter- und Anodenkreis. Die erzeugte Tonfrequenz besitzt bei den angegebenen Werten der vier Kondensatoren und Widerstände eine Frequenz von etwa 1000 Hz.

Von dem Außenwiderstand von 250 kOhm wird über einen Kondensator von 5000 pF die Tonfrequenz einem Potentiometer zugeführt, mit dem die Lautstärke geregelt werden kann. Die zweite Triode arbeitet als normaler Tonfrequenzverstärker. Von dem Außenwiderstand 25 kOhm wird dann die Tonfrequenz über zwei Kondensatoren (5000 pF) und die Morsetaste dem Kopfhörer zugeleitet. Jedesmal, wenn die Morsetaste gedrückt ist, ertönt die Tonfrequenz im Kopfhörer.

Das Netzteil ist normal aufgebaut. Zur Anzeige, ob der Tongenerator eingeschaltet ist, wird eine Glimmlampe mit Vorwiderstand (100 kOhm) eingebaut. Die Heizspannung für die Röhre 6 SL 7 beträgt 6,3 V. Die Wicklung für die Anodenspannung wird einseitig geerdet. Das andere Ende liegt über dem Gleichrichter an der Siebkette, es ergibt sich eine Gleichspannung von etwa 170 V. Mit einem einpoligen

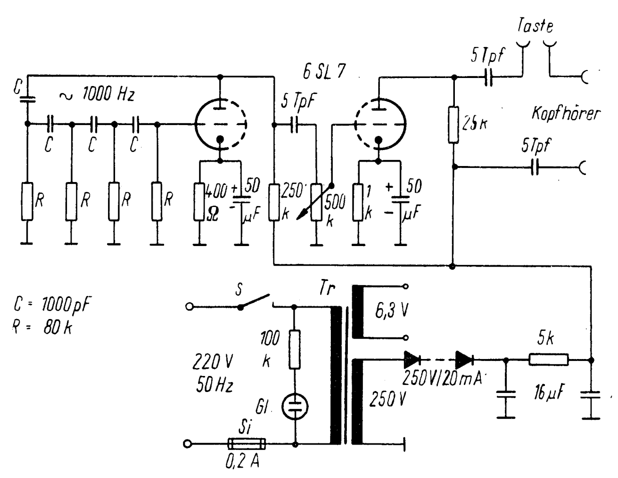


Bild 38. Schaltung des Tongenerators mit RC-Phasenkette

Kippschalter wird das Gerät eingeschaltet. Vor größeren Schäden bewahrt eine Sicherung von 0,2 A.
Der mechanische Aufbau geht aus den Bildern 39 und 40 deutlich hervor. Er wird sich letzten Endes immer nach den

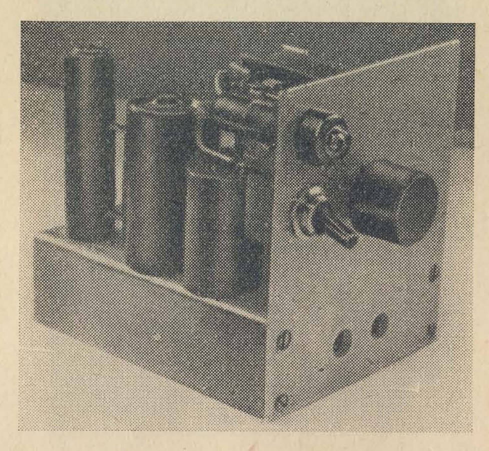


Bild 39. Blick auf das Chassis des fertiggestellten Tongenerators

verwendeten Einzelteilen richten. Vorn befinden sich der Netzschalter, die Anzeigeglimmlampe, der Lautstärkeregler und die Buchsen für die Morsetaste. Die Netzschnur und der Kopfhöreranschluß kann seitlich oder rückwärts herausgeführt werden.

Stückliste

1 Röhre 6 SL 7 (bzw. ECC 81 oder ECC 83)
1 Röhrenfassung
4 Widerstände 80 kOhm 0,25 W
1 Widerstand 400 Ohm 0,5 W
1 Widerstand 250 kOhm 0,5 W
1 Widerstand 1 kOhm 0,5 W
1 Widerstand 25 kOhm 0,5 W
1 Widerstand 5 kOhm 2 W
1 Widerstand 100 kOhm 0,25 W
4 Kondensatoren 1000 pF
3 Kondensatoren 5000 pF
2 Elkos 16 μF 350/380 V
2 Elkos 50 μF 6/8 V
2 Buchsenpaar 19 mm Abstand
1 Glimmlampe 220 V mit Fassung
1 Trockengleichrichter 250 V, 20 mA
1 Transformator primär 220 V sekundär 6,3 V, 0,3 A; 250 V, 0,02 A
1 Potentiometer 500 kOhm log.
1 Netzschalter 1polig
1 Sicherung 0,2 A mit Halterung

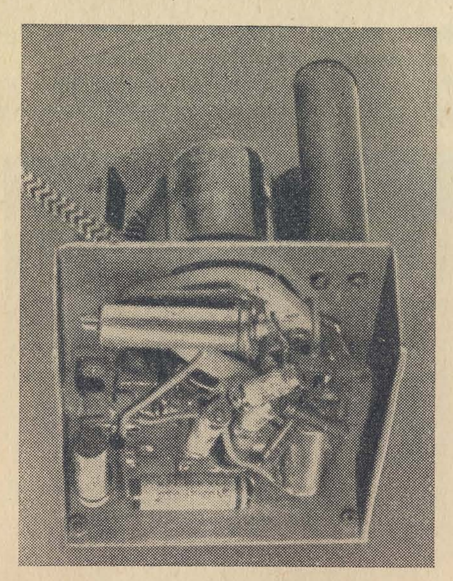


Bild 40. Blick auf die Verdrahtung des Tongenerators

4.2 O-V-1 für Batteriebetrieb

Selbst im Zeitalter der Sputniks und der Atomtechnik hat der Einkreisempfänger seine Bedeutung für den Kurzwellenempfang keineswegs verloren. Er ist für den Anfänger immer noch das leicht zu bauende, nicht viel Aufwand erfordernde Gerät mit genügenden Empfangseigenschaften. Er reicht natürlich nicht an die Empfangseigenschaften eines großen, kommerziellen KW-Empfängers heran, aber um als Höramateur auf den KW-Bändern die ersten Sporen zu verdienen, genügt er schon.

Das Schaltbild für diesen Empfänger zeigt Bild 41. Der Empfänger besteht aus der Audionstufe (DF 96) und der Niederfrequenzstufe (DL 96). Die Audionröhre hat die Aufgabe, die von der Antenne aufgefangene HF-Spannung gleichzurichten. Durch die Anwendung einer Rückkopplung

wird die Empfindlichkeit des Empfängers wesentlich gesteigert. Bei Telefonieempfang wird dabei die Rückkopplung bis kurz vor den Schwingungseinsatz gebracht. Für den Empfang unmodulierter Telegrafie wird die Rückkopplung über den Schwingungseinsatzpunkt hinaus eingestellt, so daß die unmodulierten Morsezeichen als Pfeiftöne hörbar sind. Beim Einstellen der Rückkopplung muß mit etwas Geschicklichkeit verfahren werden, da vom richtigen Einstellen der Rückkopplung die Empfangsleistung des Empfängers wesentlich abhängt.

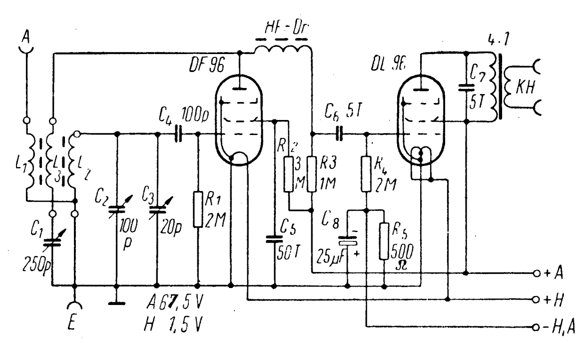


Bild 41. Schaltung des O-V-1 für Batteriebetrieb

Von der Antenne gelangt die HF-Energie über die Antennenspule L 1 an den frequenzbestimmenden Schwingungskreis L 2 – C 2/C 3. Dieser Schwingungskreis bestimmt jeweils die Empfangsfrequenz. Um im KW-Bereich ein leichtes Abstimmen des Schwingungskreises zu erzielen, wurde die Kreiskapazität aufgeteilt. Mit dem Drehkondensator C 2 (100 pF) wird die Grobabstimmung und mit dem Drehkondensator C 3 (20 pF) die Feinabstimmng auf die Empfangsfrequenz vorgenommen. Beide KW-Drehkondensatoren können leicht aus einem Drehkondensatoren-Baukasten des VEB Vorrichtungen, Dessau, hergestellt werden. Der Rückkoppelungszweig besteht aus der Spule L 3 und dem Hartpapier-Drehkondensator C 1. Die Wicklungen der Spulen L 1, L 2 und L 3 befinden sich nebeneinander auf einem Spulen-

körper. Die Rückkopplungsspule L 3 muß dabei gegensinnig zu den anderen beiden Spulen gewickelt werden.

Über die Gitterkombination C 4 – R 1 gelangt die HF-Energie zum Steuergitter der Audionröhre DF 96. Zwischen Steuergitter und Katode erfolgt die Gleichrichtung. Die dabei entstehende Niederfrequenzspannung wird noch verstärkt und gelangt über den Kopplungskondensator C 6 an das Steuergitter der NF-Röhre. An der Anode der DF 96 ist neben der NF-Spannung noch eine restliche HF-Spannung vorhanden, die zur Rückkopplung ausgenutzt wird. Die HF-Drossel in der Anodenzuleitung verhindert, daß diese in den NF-Verstärker gelangt. Der Widerstand R 3 stellt den Arbeitswiderstand der Audionröhre dar, R 2 den Schirmgittervorwiderstand und C 5 einen Siebkondensator für das Schirmgitter. Die Gittervorspannung für die NF-Röhre wird durch die RC-Kombination R 5 – C 8 erzeugt, die zwischen den Minus-Anschlüssen der Batterien und dem Minuspol der Schaltung liegt. R 4 ist der Gitterableitwiderstand der NF-Röhre. Im Anodenkreis liegt der Ausgangsübertrager, für den ein NF-Übertrager mit einem Übersetzungsverhältnis der Windungszahlen von etwa 4 : 1 bis 10 : 1 verwendbar ist. Der parallelliegende Kondensator C 7 beschneidet die Höhenwiedergabe, die im KW-Empfänger nicht notwendig ist. An die Sekundärwicklung des Ausgangsübertragers wird der Kopfhörer angeschlossen.

Durch die Verwendung stromsparender Batterieröhren (Heizspannung 1,5 V, Heizstrom 25 mA, Anodenspannung 67,5 V, Anodenstrom 5 mA) wird eine lange Betriebsdauer der Batterien erreicht.

Tafel 2 Spulendaten

Frequenzbereich (MHz)	L 1 Wdg.	Draht-∅	L 2 Wdg.	Draht-∅	L 3 Wdg.	Draht-∅
2,5— 5,6	8	0,6	30	0,6	8	0,6
5,0—11,0	4	0,8	10	0,8	4	0,6
10,0—22,0	3	0,8	5	0,8	3	0,6
20,0—44,0	1½	0,8	4	1,0	3	0,6

Der Spulenkörper-∅ für die ersten drei Bereiche beträgt 35 mm. Für den vierten Bereich wird ein Spulenkörper-∅ von 20 mm verwendet.

Stückliste

Röhre DF 96 und DL 96
KW-Drehkondensator 100 pF
KW-Drehkondensator 20 pF
Hartpapier-Drehkondensator 250 pF
3 Spulenkörper 35 mm ∅
Spulenkörper 20 mm ∅
HF-Drossel (etwa 2–3 mH)
NF-Übertrager 4 : 1
Anodenbatterie 67,5 V
Monozelle 1,5 V
Widerstände
Kondensatoren
Elektrolytkondensator 25 µF (6/8 V)

4.3 O-V-1 für Wechselstrombetrieb

Eine Schaltung mit nur einer Elektronenröhre zeigt Bild 42. Es wird die Röhre ECF 82 verwendet, die zwei steile Röhrensysteme mit getrennten Katoden besitzt. Da die Röhre im Fernsehempfänger als Misch- und Oszillatorröhre benutzt wird, läßt sich damit ein leistungsfähiger KW-Empfänger aufbauen. Für das Audion wird das Pentodensystem verwendet. Die Antenne wird induktiv über die Spule L 1 an den Audionkreis angekoppelt. Die Rückkopplung ist eine Schirmgitterrückkopplung. Die Regelung erfolgt durch Verändern der Schirmgitterspannung mit Hilfe des 50-kOhm-

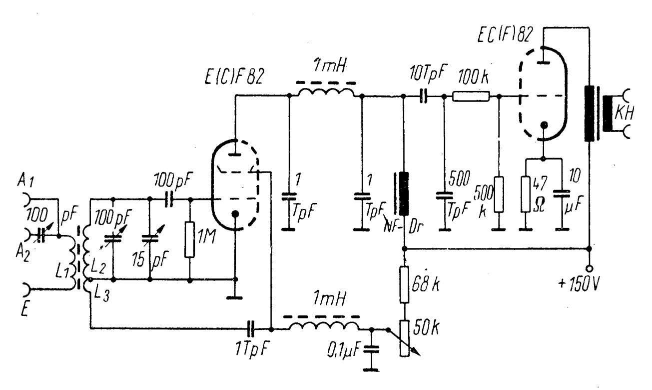


Bild 42. Schaltung des Einröhren-KW-Empfängers mit der Röhre ECF 82

Potentiometers. Über ein HF-Siebglied wird die Niederfrequenz dem Steuergitter des Triodenteiles zugeführt. Die NF-Stufe weist keine weiteren Probleme auf. Das Audion besitzt als Außenwiderstand eine hochohmige NF-Drossel. Der Antenneneingang ist ausgelegt für symmetrische Antennen (Buchse oben und unten) und für unsymmetrische Antennen (mittlere Buchse „Antenne", untere Buchse erden). Für die Spulen können die Werte der Tafel 2, Seite 48, verwendet werden. Die Werte der beiden HF-Drosseln sind nicht kritisch. Für die NF-Drossel wird ein Kern M 42 genommen, der mit möglichst dünnem Draht vollgewickelt wird. An Stelle der NF-Drossel kann auch ein Arbeitswiderstand von 100 bis 200 kOhm (1 W) eingeschaltet werden. Als Ausgangsübertrager eignet sich ein NF-Übertrager mit einem Übersetzungsverhältnis von 4 : 1 bis 6 : 1. Das Netzteil wird in üblicher Weise aufgebaut in Wechselstromausführung, die Anodenspannung soll 150 bis 250 V betragen.

Stückliste

Röhre ECF 82
KW-Drehkondensator 100 pF
3 Spulenkörper 35 mm ⌀
1 Spulenkörper 20 mm ⌀
2 HF-Drosseln 1 mH
1 NF-Drossel 100–150 H
1 NF-Übertrager 4 : 1
1 Potentiometer 50 kOhm lin.
Widerstände
Kondensatoren
Elektrolytkondensator 10 µF (6/8 V)

4.4 O-V-2 mit Tongenerator

Bild 43 zeigt das Schaltbild für diesen KW-Empfänger. Die Audionstufe (EF 80) ist in ähnlicher Weise aufgebaut wie beim O-V-1. Das Einstellen der Rückkopplung erfolgt hier durch das Potentiometer P 1, mit dem die Höhe der Schirmgitterspannung geregelt wird. Anoden- und Schirmgitterspannung werden durch die Glimmröhre GR 26-16 auf 150 V stabilisiert. An Stelle der HF-Drossel verhindert bei dieser Schaltung das Siebglied R 2 – C 5/C 6 ein Eindringen der restlichen HF-Spannung in den NF-Verstärker. Der NF-Verstärker ist zweistufig und benutzt die zwei Triodensysteme der Röhre ECC 83. Am Eingang liegt als Lautstärkeregler das Potentiometer P 2. Die Katodenwiderstände R 6 und R 9 sind nicht durch Elektrolytkondensatoren überbrückt, damit eine Gegenkopplung zur Linearisierung des Frequenzganges auf-

tritt. Der NF-Verstärker ist mit Hilfe der Schalter S 1a bis 1c umschaltbar, um ihn auch als Morsegenerator benutzen zu können. S 1a schaltet vom Verstärkerausgang zum Eingang den Kondensator C 12. Die Folge ist eine Rückkopplung, die den Verstärker schwingen läßt. Die Tonhöhe hängt von der Größe des Kondensators C 12 ab. S 1b schaltet die Anodenspannung des NF-Verstärkers auf die stabilisierte Spannung

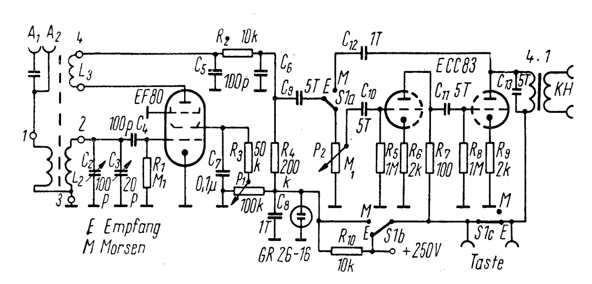
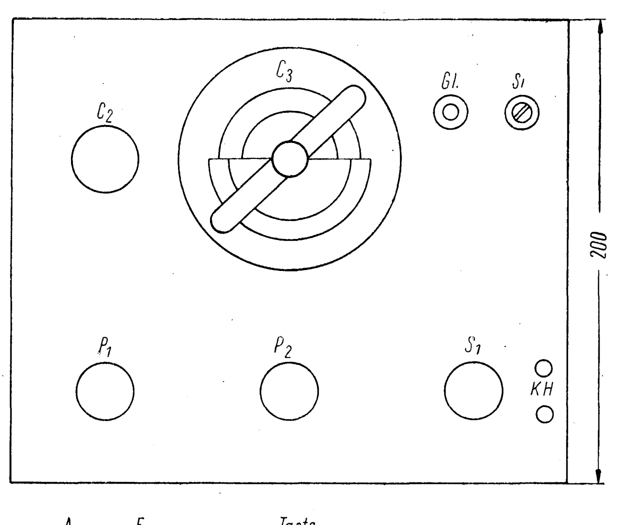


Bild 43. Schaltung eines O-V-2 für KW-Empfang. Die NF-Stufen können als Tongenerator umgeschaltet werden.

von 150 V um, da diese für den Betrieb als Morsegenerator vollkommen ausreicht. Der Schalter S 1c unterbricht die Anodenspannungszuführung, so daß mit Hilfe einer Morsetaste der Morsegenerator getastet werden kann. Das Netzteil zur Stromversorgung bereitet ebenfalls keine allzu großen Schwierigkeiten. Es kann in ähnlich nach Bild 18 aufgebaut werden. Wir können einen kleineren Netztransformator verwenden, da der Anodenstrom nur wenige mA beträgt.

Der Einschalter kann mit dem Lautstärkeregler kombiniert werden. Anoden- und Heizwicklung liegen mit einem Ende an Masse. Tritt beim Abstimmen des Empfängers ein Brummton auf, so ist es vorteilhaft, wenn parallel zum Trockengleichrichter (250 V, 30 mA) ein Kondensator von etwa 10 nF geschaltet wird. Die Siebung der Gleichspannung erfolgt durch zwei Elektrolytkondensatoren von wenigstens 32 µF. An Stelle einer Siebdrossel kann ein Siebwiderstand von 3 bis 5 kOhm verwendet werden.



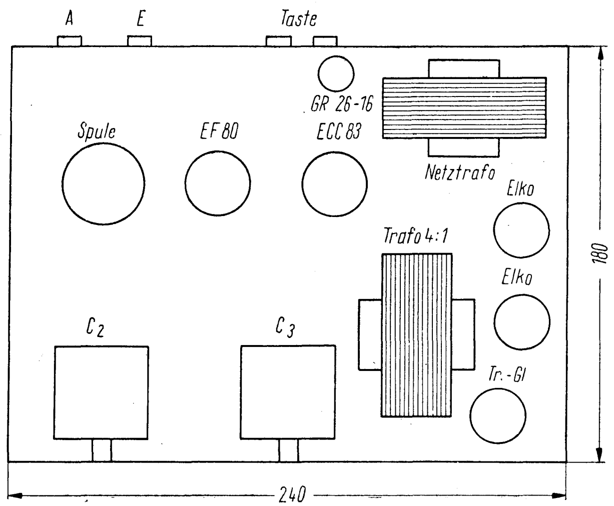


Bild 44. Aufbauschema für den O-V-2 mit Tongenerator

Für den Aufbau des Empfängers eignet sich ein Chassis aus 1,5 bis 2 mm dickem Alu-Blech, dem eine 2 mm dicke Alu-Frontplatte vorgesetzt wird. Alle bedienbaren Bauelemente wie Potentiometer, Schalter und Drehkondensatoren werden an der Frontplatte angeordnet (Bild 44). Der Drehkondensator C 3 für die Feinabstimmung wird mit einem Skalenantrieb und einer entsprechenden Kreisskala versehen. Der Schwingungskreis für die Abstimmung und die Audionröhre sind so anzuordnen, daß keine allzu lange Leitungsführung entsteht. Als Spulenkörper werden entweder die Röhrenfüße von Fünfpol-Stiftröhren oder keramische Spulenkörper mit etwa 35 mm Durchmesser verwendet, die bereits diesen Röhrenfuß besitzen oder die mit einem solchen Röhrenfuß verbunden werden. Die Tafel 2, Seite 62 gibt für derartige Spulenkörper die Windungszahlen für die einzelnen KW-Bereiche an.

Stückliste

Röhre EF 80 oder EF 85
und ECC 83
Stabilisatorröhre GR 26-16
KW-Drehkondensator 100 pF
KW-Drehkondensator 20 pF
3 Spulenkörper 35 mm ⌀
Spulenkörper 20 mm ⌀
NF-Übertrager 4 : 1
Schalter 3 × 2
Potentiometer 1 MOhm log.
mit Schalter
Potentiometer 100 kOhm lin.
Widerstände
Kondensatoren
Bauelemente für Netzteil:
Netztransformator 250 V, 0,01 A,
6,3 V, 0,6 A
Siebwiderstand 3 kOhm/3 W
2 Elektrolytkondensatoren 50 µF
(350/380 V)
Selengleichrichter 250 V/30 mA
Sicherung 0,15 A
mit Schraubfassung
Glimmlampe 220 V
mit Fassung

4.5 Konverter für 80-m-Band

Die Rundfunkempfänger mit Kurzwellenbereich besitzen meist im KW-Gebiet nur den Empfangsbereich von etwa 16 bis 50 m (18,7 bis 6 MHz). In diesem Bereich liegen nur die Amateur-KW-Bänder 40 m (7,0 bis 7,1 MHz) und 20 m (14,0 bis 14,35 MHz). Während das 20-m-Band vor allem ein Weitverkehrsband ist, können vornehmlich am Wochenende auf dem 40-m-Band viele deutsche Amateurfunkstationen gehört werden. Der Empfang ist aber oft durch große kommerzielle KW-Stationen stark gestört. Das eigentliche

Band für den Deutschlandverkehr ist aber das 80-m-Band (3,5 bis 3,8 MHz). Auf diesem Band können abends und zum Wochenende viele deutsche Amateurfunkstationen beobachtet werden.

Um mit einem Rundfunkempfänger das 80-m-Band zu empfangen, benötigen wir einen sogenannten „KW-Vorsetzer“. Dieser Vorsetzer empfängt das 80-m-Band und setzt es frequenzmäßig so um, daß es mit einem Rundfunkempfänger auf dessen Mittelwellenbereich empfangen werden kann. Es ist also nicht notwendig, daß der dem KW-Konverter nachgeschaltete Rundfunkempfänger einen KW-Bereich besitzt. Im Konverter wird die Eingangsfrequenz mit einer erzeugten Oszillatorfrequenz so gemischt, daß im Ausgang eine Frequenz im Mittelwellenbereich entsteht, die der Antennenbuchse des Rundfunkempfängers zugeführt wird.

Ist zum Beispiel die Eingangsfrequenz $f_e = 3650$ kHz und die erzeugte Oszillatorfrequenz $f_o = 4650$ kHz, so entsteht bei der Mischung die Zwischenfrequenz

$$f_z = f_o - f_e = 4650 - 3650 = 1000 \text{ kHz.}$$

Wird diese Zwischenfrequenz auf dem Mittelwellenbereich des Rundfunkempfängers eingestellt, so empfangen wir die Signale im Rundfunkempfänger, die der Konverter auf der Frequenz 3650 kHz aufnimmt. Da der KW-Konverter einfach aufgebaut sein sollte, wurden fest abgestimmte Schwingungskreise im Eingang und im Oszillator vorgesehen. Um das gesamte 80-m-Band von 3500 bis 3800 kHz zu erfassen, muß deshalb der Mittelwellenbereich im Rundfunkempfänger entsprechend abgestimmt werden. Es ergibt sich zum Beispiel für den Bandanfang von 3500 kHz folgende Zwischenfrequenz

$$f_z = f_o - f_e = 4650 - 3500 = 1150 \text{ kHz}$$

und für das Bandende von 3800 kHz

$$f_z = f_o - f_e = 4650 - 3800 = 850 \text{ kHz.}$$

Das 80-m-Band liegt also auf dem Mittelwellenbereich im Frequenzbereich von 850 bis 1150 kHz.

Bild 45 zeigt die Schaltung des einfachen KW-Vorsetzers, für den eine Röhre ECH 81 verwendet wird. Die Antennenspan-

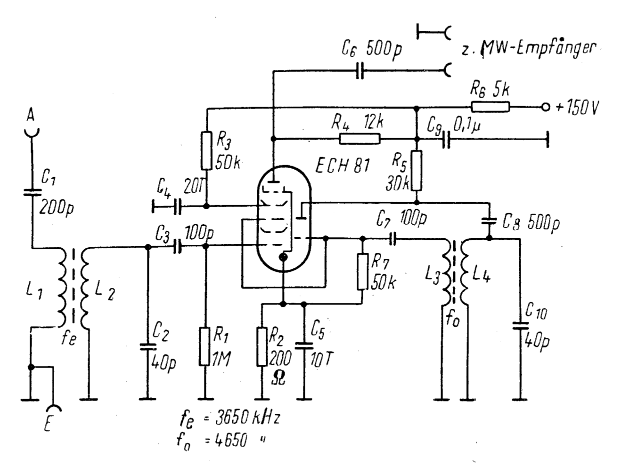


Bild 45. Schaltung des KW-Konverters für den Empfang des 80-m--Amateurbandes

nung gelangt über C 1 an die Antennenspule L 1 und wird induktiv an den frequenzbestimmenden Schwingungskreis L 2 – C 2 übertragen. Der Schwingungskreis wird fest auf die Bandmittenfrequenz (3650 kHz) des 80-m-Bandes abgestimmt. Über C 3 liegt die Eingangsfrequenz am ersten Steuergitter des Mischsystems der Röhre ECH 81. Die Oszillatorfrequenz von 4650 kHz wird im Triodenteil der Röhre ECH 81 erzeugt. L 4 und C 10 ist der frequenzbestimmende Schwingungskreis des Oszillators und L 3 die Rückkopplungswicklung. Sie besitzt zur Wicklung L 4 einen entgegengesetzten Wicklungssinn. Die erzeugte Oszillatorfrequenz liegt gleichzeitig am zweiten Steuergitter des Mischsystems. Im Anodenkreis erhalten wir die Zwischenfrequenz, die über C 6 der Antennenbuchse des Rundfunkempfängers zugeführt wird. Die übrigen Widerstände dienen zum Einstellen der Betriebsspannungen und die Kondensatoren zur Siebung und zur Abriegelung der Gleichspannung. Die Widerstände R 3 bis R 6 haben eine Belastbarkeit von 0,5 Watt, alle anderen von 0,25 Watt. Für die Kondensatoren genügt eine Spannungsfestigkeit von 250 Volt. Für die beiden Spulen

werden Sperrkreise des VEB (K) Hochfrequenztechnische Werkstätten Meuselwitz verwendet. Für diese Spulenkörper mit HF-Eisenkern gelten folgende Windungszahlen

L 1	15 Wdg.	L 3	13 Wdg.
L 2	45 Wdg.	L 4	38 Wdg.

Als Draht wird Kupferlackdraht mit einem Durchmesser von 0,3 bis 0,5 verwendet. Der Abgleich erfolgt mit einem Grid-Dip-Meter auf die beiden angegebenen Frequenzen.

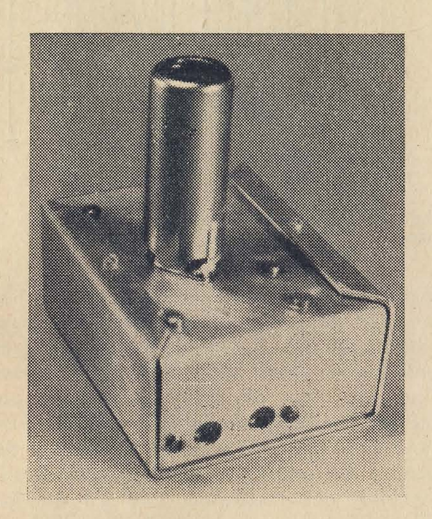


Bild 46. Blick auf den fertiggestellten KW-Konverter

Der Aufbau des KW-Konverters ist aus Bild 46 und Bild 49 ersichtlich. Die Breite des Chassis beträgt 75 mm und wird aus 2 mm starkem Aluminiumblech hergestellt (Bild 47). Es wird empfohlen, das Chassis allseitig abzuschirmen und auch die Zuführung zur Antennenbuchse mit einem Stück abgeschirmten HF-Kabel vorzunehmen. Die Röhre ECH 81 wird durch eine Metall-Abschirmkappe abgeschirmt. Die Stromversorgung kann aus dem nachgeschalteten Rund-

Material: 2mm Alublech ---Biegekanten ⊕ Bohrungen 3,2mm Φ

Bild 47. Maßskizze für das Chassis des KW-Konverters

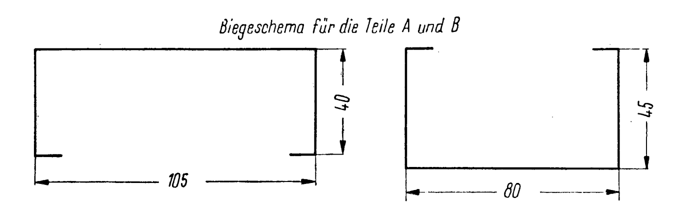


Bild 48. Biegeschema für die Teile A und B des KW-Konverters

funkempfänger entnommen werden. Die Heizspannung beträgt 6,3 V und die Anodenspannung kann zwischen 150 und 300 V liegen.

Ein solcher KW-Konverter ersetzt natürlich nicht einen kompletten KW-Empfänger, er kann in dieser Art nur ein Behelf sein. Vor allem müssen wir uns bei dem nachgeschalteten Rundfunkempfänger erst davon überzeugen, ob er nicht bei herausgezogener Antenne noch viele Mittelwellensender bringt. Denn wenn bei einer bestimmten Abstimmung im Bereich von 850 bis 1150 kHz ein starker MW-Sender empfangen wird, dann ist von dem KW-Sender nichts mehr zu hören.

Stückliste

Röhre ECH 81
2 Spulenkörper (HFW, Meuselwitz)
2 Doppelbuchsen (19 mm Abstand)
Röhren-Metallabschirmung
Kondensatoren
Widerstände

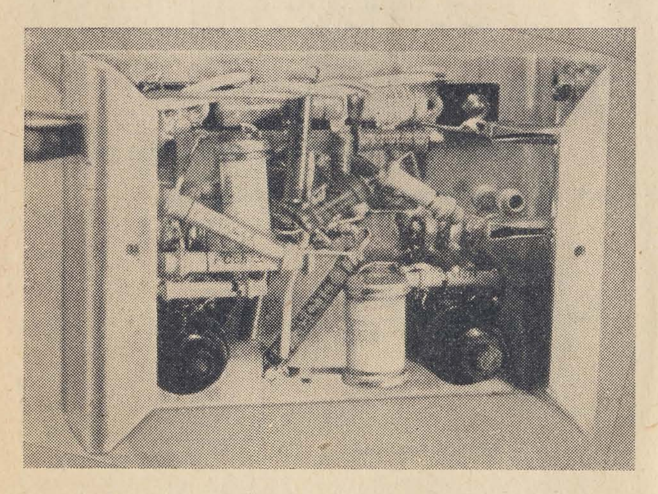


Bild 49. Blick in das verdrahtete Chassis des KW-Konverters

4.6 Kleinsuper für 80-m- und 40-m-Band

Die nachfolgend beschriebene Schaltung wurde erstmalig in einem Handbuch der amerikanischen Funkamateure beschrieben. Es handelt sich dabei um einen Empfänger, der ohne Bandumschaltung den Empfang des 80-m- und des 40-m-Amateurbandes gestattet. Es handelt sich um einen echten Bandempfänger, da beide Empfangsbereiche jeweils 500 kHz umfassen. Die Bandumschaltung erfolgt dadurch, daß bei der Mischung der Eingangs- und der Oszillatorfrequenz einmal die Differenz- und einmal die Summenfrequenz ausgenutzt wird. Der Oszillator des Empfängers ist von 5,2 bis 5,7 MHz abstimmbar und die Zwischenfrequenz beträgt 1,7 MHz. Für die Anwendung der Differenzfrequenz ergibt sich folgender Empfangsbereich

$$f_A = 5{,}2\ \text{MHz} - 1{,}7\ \text{MHz} = 3{,}5\ \text{MHz},$$
$$f_E = 5{,}7\ \text{MHz} - 1{,}7\ \text{MHz} = 4{,}0\ \text{MHz}.$$

Es wird also das 80-m-Amateurband im Bereich von 3,5 bis 4,0 MHz empfangen. Für die Anwendung der Summenfrequenz ergibt sich folgender Frequenzbereich

$$f_A = 5{,}2\ \text{MHz} + 1{,}7\ \text{MHz} = 6{,}9\ \text{MHz},$$
$$f_E = 5{,}7\ \text{MHz} + 1{,}7\ \text{MHz} = 7{,}4\ \text{MHz}.$$

Es wird also das 40-m-Amateurband im Bereich von 6,9 bis 7,4 MHz empfangen.

Die Eingangsschaltung ist als Bandfilter aufgebaut und umfaßt mit der Drehkoabstimmung den Frequenzbereich von 3 bis 8 MHz. Es wurde eine kapazitive Stromkopplung für das Eingangs-Bandfilter angewendet, da es für die jeweiligen Spiegelfrequenzen als zweigliedrige Siebkette wirkt (Bild 50). Die beiden Drehkondensatoren werden gemeinsam abgestimmt und auf das zu empfangende Amateurband grob eingestellt. Der Oszillator arbeitet in ECO-Schaltung und ist von 5,2 bis 5,7 MHz abstimmbar. Auf der Achse des Oszillator-Drehkondensators ist der Skalenzeiger befestigt. Die Skala wird für die beiden Amateurbänder geeicht. Zur Mischung wird die Oszillatorfrequenz kapazitiv an die Katode der Mischröhre gekoppelt. Als Misch-Oszillatorröhre wird die Röhre ECF 82 verwendet. Im Anodenkreis der Mischröhre liegt das auf 1,7 MHz abge-

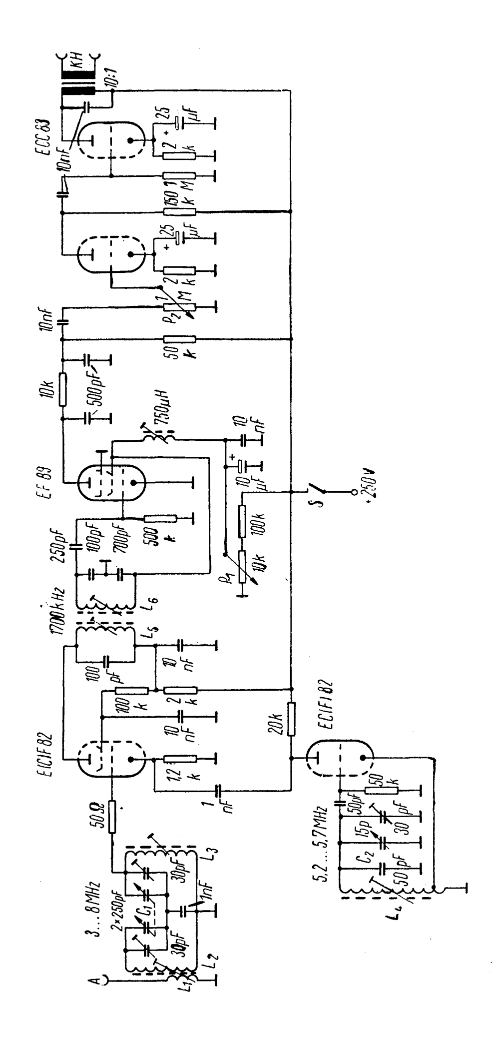
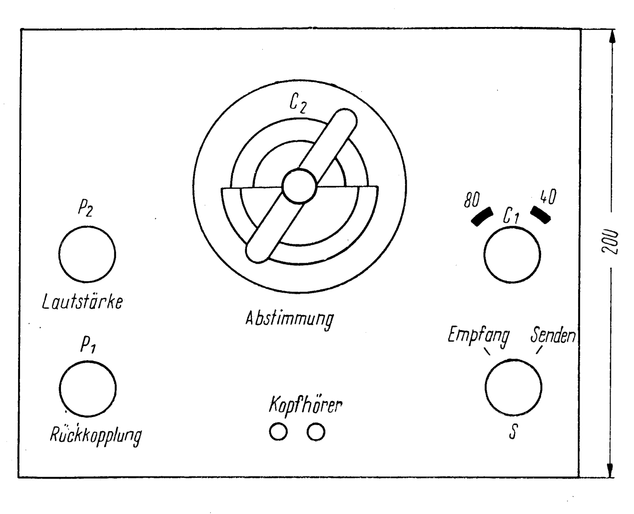


Bild 50. Schaltung für den KW-Kleinsuper für zwei Amateurbänder



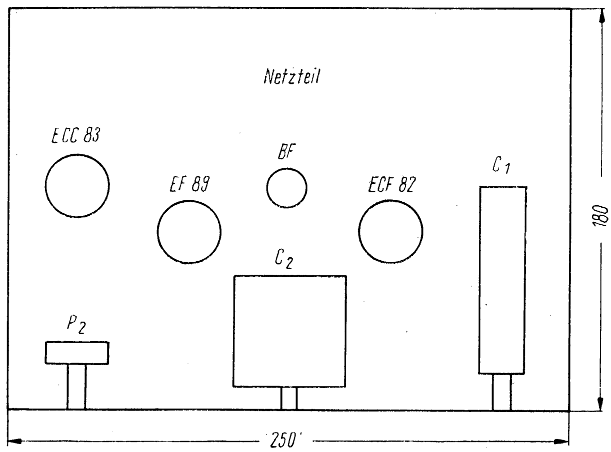


Bild 51. Aufbauschema für den KW-Kleinsuper

stimmte ZF-Bandfilter. Die Demodulation erfolgt in einer rückgekoppelten Audionschaltung mit der Röhre EF 89. Die Rückkopplung arbeitet mit einer kapazitiven Spannungsteilung über das Schirmgitter. Die Regelung der Rückkopplung wird durch Verändern der Größe der Schirmgitterspannung mit Hilfe des Potentiometers P 1 vorgenommen. Die demodulierte NF-Spannung wird in einem zweistufigen NF-Verstärker mit der Röhre ECC 83 verstärkt. Im Ausgang liegt ein NF-Übertrager 4 : 1, an dem die Kopfhörer angeschlossen werden. Das Netzteil wird in üblicher Weise für Wechselstrombetrieb aufgebaut. Der Schalter S schaltet bei Sendebetrieb die Anodenspannung des Empfängers ab.

Bild 51 zeigt einen Aufbauvorschlag für diesen Empfänger, aus dem alle Einzelheiten hervorgehen. Beim Eingangs-Bandfilter ist darauf zu achten, daß die Spulen L 2 und L 3 sich nicht koppeln dürfen. Entweder werden abgeschirmte Spulenkörper (Abstand etwa 50 mm) verwendet, oder ein Abschirmblech zwischen beide Spulen eingefügt. Die Bandfilterspulen L 5/L 6 sind induktiv gekoppelt. Offene Spulen werden in einem Abstand von etwa 30 mm gegeneinander aufgebaut. Allerdings kann auch ein normales Bandfilter, z. B. Görler-Filter mit Kammerkörper, verwendet werden, die aber entsprechend umgewickelt werden müssen. Für die einzelnen Spulen gelten etwa folgende Induktivitätswerte:

L 1 ¼ der Windungszahl von L 2,
L 2 und L 3 10 μH,
L 4 10 μH, Anzapfung bei 1/6 der Windungszahl,
L 5 und L 6 85 μH.

Die Abstimmdrehkondensatoren können aus dem Drehkobaukasten (VEB Vorrichtungsbau Dessau) hergestellt werden. Bei CW-Empfang wird wie bei jedem anderen Audionempfänger verfahren.

Stückliste

Röhren ECF 82, EF 89, ECC 83
4 HF-Kammer-Spulenkörper (Görler)
ZF-Bandfilter (Görler)
Potentiometer 10 kOhm lin.
Potentiometer 1 MOhm log.
3 Trimmer 30 pF
2 Elektrolytkondensatoren 25 μF (5/8 V)
Elektrolytkondensator 10 μF (100/110 V)
Drehschalter 1polig
NF-Übertrager 4 : 1
Kondensatoren
Widerstände

5. UKW – DER MODERNE EMPFANGSBEREICH

Mit der Einführung des UKW-Rundfunks hat der Hörrundfunk bedeutend an Qualität in der Wiedergabe gewonnen. Das liegt einmal in dem erweiterten Frequenzbereich der übertragenen Tonfrequenz, zum anderen in der geringen Störanfälligkeit der Ultrakurzwellen. Für eine gute Wiedergabequalität wird deshalb der UKW-Bereich den anderen Wellenbereichen beim Hörrundfunkempfang vorgezogen. Moderne Rundfunkempfänger sind heute für den UKW-Empfang im Bereich von 87,5 bis 100 MHz eingerichtet. Wer einen älteren Rundfunkempfänger besitzt oder eine elektroakustische Anlage aufbauen will, sollte sich eines speziellen UKW-Superhets bedienen.

5.1 Das Neumann-Eingangsteil

Das wichtigste Bauteil der UKW-Empfangsanlage bildet das Eingangsteil, das von der Firma G. Neumann unter der Bezeichnung U 4 hergestellt wird. Dieses Eingangsaggregat hat die Abmessungen 85 × 58 × 85 mm. Es besitzt einen starren konstruktiven Aufbau und eine präzise Achslagerung. Die Achsstummellängen betragen bei einem Durchmesser von 6 mm je 12 mm und sind für den Antrieb in beiden Richtungen geeignet. HF-mäßig liegt ein günstiger Aufbau vor. die Abgleichpunkte sind bequem zugänglich. Ebenso ist es leicht möglich, einen Röhrenwechsel nach dem Einbau vorzunehmen. Auf dem Aggregat U 4 ist das erste ZF-Filter mit aufgebaut. Als Schaltelemente wurden keramische Kondensatoren und Spulenkörper aus Polystyrol verwendet.
Die Abstimmung der Spulen erfolgt mit Aluminiumkernen. Der Triodeneingang ist in Zwischenbasisschaltung ausgeführt. Die Mischung erfolgt additiv. Die Oberwellenabstrahlung ist bei diesem Einbauteil gering, und es besitzt durch eine Temperaturkompensation eine hohe Frequenzkonstanz. Durch die geteilte Antriebsachse ist eine Gleichlaufkorrektur möglich. Der Eingang ist für 300 Ohm vorgesehen. Die selbstschwingende Mischtriode besitzt induktive Rückkopplung und Oberwellensperre. Die Symmetrierung erfolgt kapazitiv. Das Aggregat ist mit der Röhre ECC 85 bestückt

und kann für Allstrom auch mit der Röhre UCC 85 verwendet werden. Die Zwischenfrequenz beträgt 10,7 MHz. Der Einbau des Aggregates erfolgt unter dem Chassis, wodurch günstige kurze Verbindungsleitungen erreicht werden. Durch die Dreipunktbefestigung wird erreicht, daß sich das Aggregat auf einem nicht völlig ebenen Chassisblech kaum verspannen kann. Weiterhin ergibt sich dadurch eine gute Masseverbindung. Der Nachabgleich des Vorkreises ist mittels HF-Eisenkern auf Bandmitte möglich, der Nachabgleich des Zwischen- und Oszillatorkreises erfolgt durch Lösen der Kupplungsbuchse der Antriebsachse. Beim Nachabgleich des Filters ist zu beachten, daß unten der Anoden- und oben der Gitterkreis abgeglichen wird. Durch dieses neue Gerät ist das Frequenzspektrum von 87 bis 100 MHz über die ganze Skala gleichmäßig verteilt.

Bild 52 zeigt die Schaltung des von der Firma G. Neumann vorabgeglichenen gelieferten UKW-Eingangsteilers U 4. Am Sekundärkreis des eingebauten Bandfilters erhalten wir die Zwischenfrequenz von 10,7 MHz.

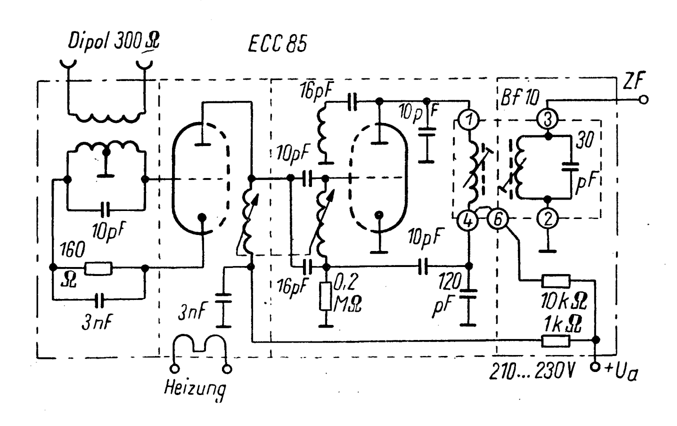


Bild 52. Schaltung des UKW-Eingangsteilers der Firma G. Neumann

5.2 Der UKW-ZF-Verstärker

Der UKW-Empfangsteil kann mit 9 oder 11 Kreisen aufgebaut werden. Für den 9-Kreis-Super benötigen wir einen zweistufigen ZF-Verstärker mit dem Bandfilter BF-15 und dem Ratiodetektorfilter BF 16, die beide von G. Neumann hergestellt werden. Bei 11 Kreisen kommt eine weitere ZF-Verstärkerstufe mit dem Bandfilter BF 15 dazu (Bild 53).

Der Bau eines solchen Hochleistungsgerätes erfordert naturgemäß mehr Kenntnis in der UKW-Technik als etwa ein 9-Kreiser, weil die ZF-Verstärkung wesentlich höher liegt und damit eine stärkere Neigung zur Selbsterregung gegeben ist. Es ist hier unbedingt nötig, auf kürzeste Leitungsführung innerhalb der einzelnen ZF-Stufen zu achten. Insbesondere die Gitter- und Anodenleitungen sind extrem kurz auszuführen, indem die Röhrenfassungen und die Bandfilter so zueinander angeordnet und verdreht werden, daß die Lötanschlüsse aufeinander zuzeigen, ja, sich berühren, so daß sie miteinander verlötet werden können. Die Spiralkeilhalterungen der Filter 15 und 16 begünstigen diesen Vorgang ganz besonders. Die kalten Heizfadenenden der ZF-Röhren sind getrennt von den übrigen Massepunkten der einzelnen Stufen an den freien Fassungsbefestigungsschrauben zu erden. In gleicher Art ist mit den 5-nF-Kondensatoren (Epsilan) an den Heizfäden der Röhren EF 89, EF 85 (bzw. EF 80) und EABC 80 zu verfahren. Die Anschlußdrähte der Schirmgitter- und Anodensiebkondensatoren (3 bzw. 5 nF) sollen ganz kurz gehalten werden und die Kondensatoren unmittelbar an den Röhrenfassungen sitzen. Die richtige Wahl der Masseanschlüsse der Begrenzungsglieder (RC) ist für die Unterdrückung der Schwingneigung mit von Bedeutung. Sollte trotzdem noch Schwingneigung in kleinstem Umfang auftreten, so sind die Anodenseiten der ZF-Filter 15 mit Widerständen 30 kOhm (0,1 W) zu bekämpfen, indem diese Widerstände möglichst innerhalb der Filter-Abschirmbecher parallel zu den betreffenden Wicklungen gelegt werden.

Der Widerstand 1 MOhm zwischen Anodenspannung und der Diodenelektrode 2 dient der Rauschunterdrückung beim Übergang von einem Sender zum anderen. Er kann zu stärkerer Rauschunterdrückung kleiner dimensioniert werden,

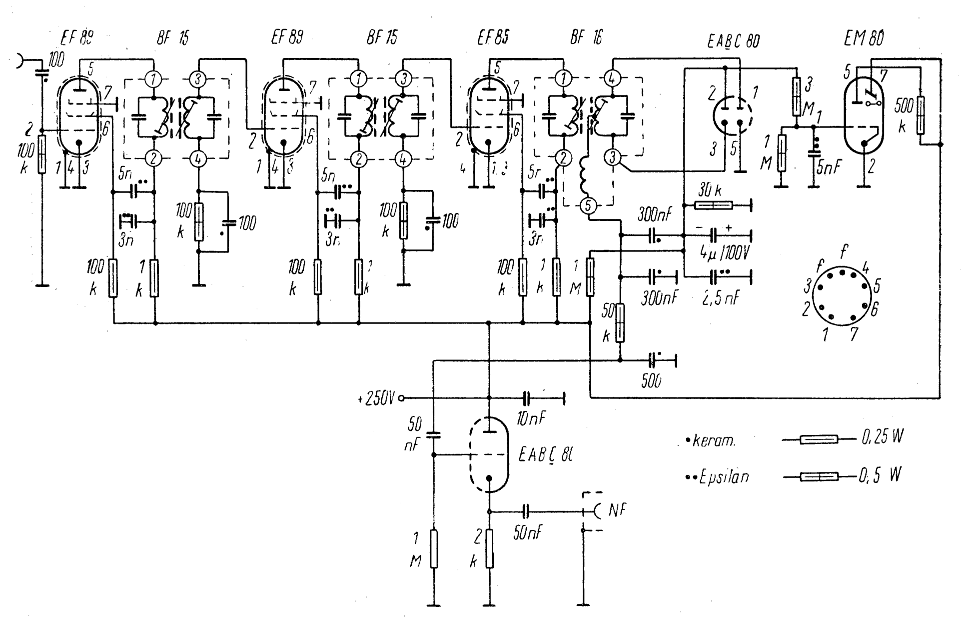


Bild 53. Dreistufiger ZF-Verstärker (ZF = 10,7 MHz) für einen 11-Kreis-UKW-Super

jedoch geschieht dies auf Kosten der Modulationslautstärke, d. h. sehr schwache Sender werden unterdrückt.

Die Röhre EF 85 kann mit gutem Erfolg zur besseren Störunterdrückung durch eine EF 80 ersetzt werden, wobei diese steilere Röhre dann mit einem Anodenwiderstand von 100 kOhm statt 1 kOhm und einem Schirmgitterwiderstand von 300 kOhm an Stelle von 100 kOhm zu betreiben ist. Die Begrenzung bzw. deren Einsatz hängt von der Zeitkonstante der im Zuge Gitter-Katode der ZF-Röhren (EF 89, EF 85 bzw. EF 80) liegenden RC-Kombination ab. Bekanntlich wird die Begrenzerröhre nicht mit einer festen Gittervorspannung betrieben, sondern die Verstärker- und Begrenzerwirkung wird durch das RC-Glied, dessen Zeitkonstante und durch die Wahl des Arbeitspunktes (Schirmgitterspannung) bestimmt. Die Begrenzung soll möglichst schon bei schwachen Sendern einsetzen. In der unmittelbar vor der Demodulationsstufe liegenden ZF-Stufe sind die Werte 100 kOhm und 100 pF empfehlenswert; in der davorliegenden Stufe können Werte von 500 ... 100 kOhm und 50 pF die Begrenzung günstiger gestalten. Die Begrenzung setzt dann schon bei einem Signal von weniger als 3 μV ein. Zur Unterstützung der Begrenzerwirkung sei hier noch an die Möglichkeit der Bremsgitterregelung erinnert, wobei das Bremsgitter der EF 85 bzw. EF 80 an die Diodenelektrode 2 kurz und möglichst mittels abgeschirmter Leitung anzuschließen ist.

An Stelle der Röhre EABC 80 kann auch die Doppeldiode EAA 91 für den Radiodetektor verwendet werden. Wird für den nachfolgenden NF-Verstärker eine längere Zuleitung erforderlich, empfiehlt es sich, den NF-Ausgang des UKW-Teiles niederohmig auszuführen. Dazu wird eine Triode EC 92 in Anodenbasisschaltung (Katodenverstärker) geschaltet. An der Katode kann dann die NF-Spannung entnommen werden und mit einer längeren Leitung dem NF-Verstärker zugeführt werden, ohne daß die Gefahr von Brummeinstreuungen besteht. Bild 54 zeigt einen Vorschlag für das Chassis des UKW-Supers. Für den weniger Geübten ist es allerdings ratsamer, Eingangsteil, Röhren und Bandfilter aufeinanderfolgend wie im Schaltbild anzuordnen, da dann bei der Verdrahtung weniger Schwierigkeiten auftreten.

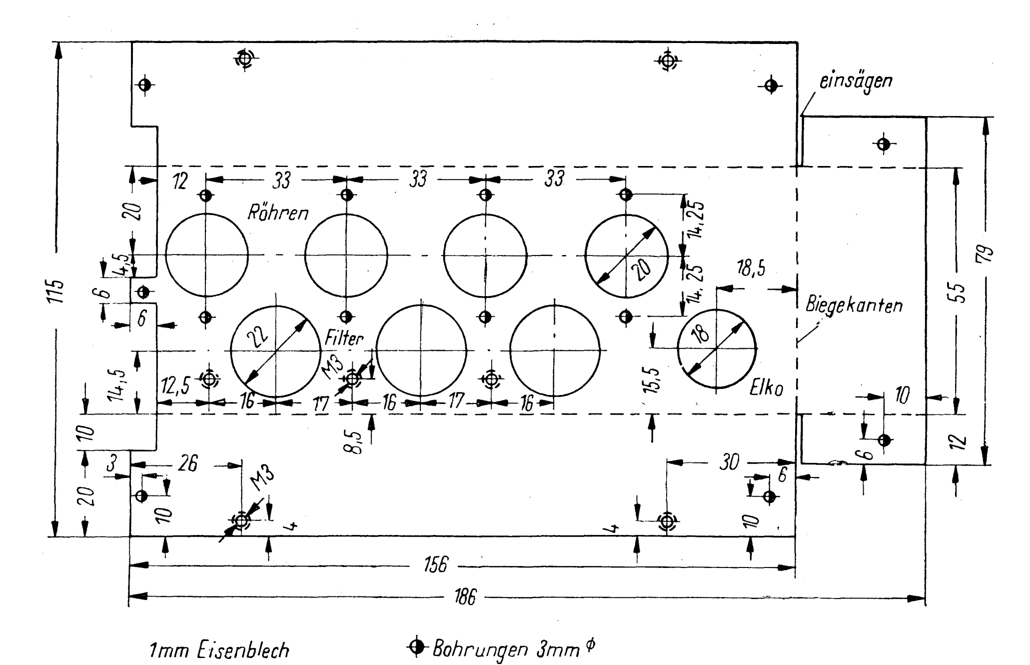


Bild 54. Maßskizze für das Chassis eines UKW-Supers

5.3 Einfacher 2-m-Konverter

Für den Empfang des 2-m-Amateurbandes verwendet der Funkamateur meistens einen Konverter (Frequenzumsetzer), den er vor seinen KW-Empfänger schaltet. Die Eingangsfrequenz (144 bis 146 MHz) wird mit einer Oszillatorfrequenz gemischt und die entstehende Zwischenfrequenz dem nachgeschalteten Empfänger zugeführt, der auf diese Zwischenfrequenz abgestimmt wird. Für den Anfänger zeigt Bild 55

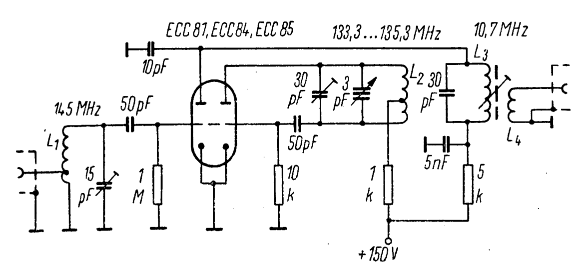


Bild 55 Einfache Konverterschaltung für das 2-m-Amateurband

eine einfache Konverterschaltung mit einer Doppeltriode ECC 85. Es können auch die Röhren ECC 81 oder ECC 84 in dieser Schaltung verwendet werden. Im Gitterkreis des ersten Triodensystems liegt der Eingangskreis, der fest auf Bandmitte (145 MHz) abgestimmt wird. Wenn die Antenne über ein Koaxialkabel (70 Ohm) angeschlossen wird, so erfolgt eine Anzapfung bei einer Windung vom kalten Ende der Spule L 1. Bei Verwendung von Bandkabel (240 Ohm) wird eine Koppelspule von zwei Windungen aus isoliertem Schaltdraht verwendet, die über die Spule L 1 gewickelt wird.

Das zweite Triodensystem arbeitet als Oszillator im Frequenzbereich von 133,3 bis 135,3 MHz. Damit ergibt sich für den Empfang des 2-m-Amateurbandes eine feste Zwischenfrequenz von 10,7 MHz. Die Mischung erfolgt im ersten Triodensystem über die vorhandenen Röhrenkapazitäten. Sollten diese nicht ausreichen, kann von der Anode des zweiten Triodensystems zum Gitter des ersten Triodensystems

ein kleiner Kondensator von 1 bis 2 pF geschaltet werden. Der ZF-Kreis von 10,7 MHz liegt im Anodenkreis des ersten Triodensystems. Über die Koppelspule L 4 wird mit einem Koaxialkabel der nachfolgende Empfänger angeschlossen. Es empfiehlt sich, die Anodenspannung von 150 V zu stabilisieren. Alle Kreise werden mit Hilfe eines Grid-Dip-Meters eingestellt. Für die einzelnen Spulen gelten folgende Windungsangaben:

L 1 – 3 Windungen, 10 mm ∅

L 2 – 2 Windungen, 12 mm ∅, 1 mm Kupferdraht versilbert

L 3 – ZF-Becher 10,7 MHz (Neumann BF 15)

L 4 – 4 bis 6 Windungen über kaltem Ende des ZF-Kreises 0,3 CuL

6. EINFACHE MESS- UND PRÜFGERÄTE

6.1 Strom- und Spannungsmessung

Der ernsthafte Bastler wird sich bei seinem fertiggestellten Selbstbaugerät von der Größe der anliegenden Betriebsspannungen bzw. -ströme überzeugen, damit keine Überlastungen irgendwelcher Bauelemente auftreten. Das dafür geeignetste Meßgerät ist natürlich ein Vielfachmesser, der verschiedene Meßbereiche für Strom- und Spannungsmessungen hat bei Gleich- und Wechselstrom. Ein solches Meßgerät ist natürlich teuer, es kann aber an den Klubstationen der Funkamateure der GST kostenlos benutzt werden, wie übrigens auch andere Meßgeräte. Der Selbstbau eines Vielfachmessers ist etwas kompliziert, da bei Messungen von Wechselstrom bzw. -spannungen eine Gleichrichtung vorgesehen werden muß, woraus für diese Bereiche ein anderer Skalenverlauf resultiert. Für die Praxis des Amateurs kann aber auf diese Meßbereiche verzichtet werden. Es kommt ja höchstens einmal darauf an, die Wechselspannungen an einem Netztransformator zu messen. Bei handelsüblichen Netztransformatoren sind meist diese Werte angegeben, so daß sich diese Messungen erübrigen. Für die Strom- bzw. Spannungsmessung wird ein Drehspul-Meßwerk benutzt, bei dem sich eine vom Meßstrom durch-

flossene Spule in dem konstanten Magnetfeld eines Dauermagneten bewegt. Mit der Drehspule ist der Zeiger verbunden, der je nach Ausschlag auf der Meßwerkskala einen bestimmten Wert anzeigt. Für den Zeiger-Endausschlag ergibt sich eine bestimmte Spannungsempfindlichkeit U_m und eine bestimmte Stromempfindlichkeit I_m. U_m und I_m sind also diejenige Spannung bzw. derjenige Strom, mit der der Endausschlag des Zeigers erreicht wird. Für die Meßwerkspule ergibt sich damit ein Widerstand

$$Ri = \frac{U_m}{I_m} \quad U_m \text{ in Volt; } I_m \text{ in Ampere; } Ri \text{ in Ohm.}$$

Mit $U_m = 0{,}1$ V und $I_m = 1$ mA ergibt sich z. B. für ein Meßinstrument $Ri = 0{,}1/0{,}001 = 100$ Ohm. Für die Beurteilung eines Meßinstrumentes wird der Widerstandswert für 1 V Endausschlag in Ohm/V angegeben.

$$R_{1V} = \frac{1000}{I_m} \quad R_{1V} \text{ in Ohm/V; } I_m \text{ in mA.}$$

Für das obige Beispiel ergibt das $R_{1V} = 1000$ Ohm/V.

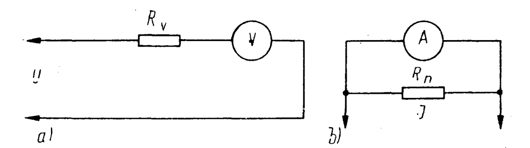


Bild 56. Schaltung von Meßinstrumenten, a Spannungsmesser mit Vorwiderstand, b Strommesser mit Nebenwiderstand

Bild 56a zeigt das Schaltschema für die Gleichspannungsmessung. Der Spannungsmesser wird immer parallel zu der zu messenden Spannung geschaltet. Ein Vorwiderstand R_V ist immer dann notwendig, wenn die zu messende Spannung größer ist als die Spannung für den Endausschlag des Instrumentes. Für die Meßbereichserweiterung bei Spannungsmessungen ist also ein Vorwiderstand erforderlich. An diesem Vorwiderstand muß die Differenz zwischen Meßspannung und Meßwerkspannung abfallen. Soll z. B. der Meßbereich 10 V betragen und ist nach obigem Beispiel die

Meßwerkspannung $U_m = 0{,}1$ V, so muß am Vorwiderstand die Spannung $U_V = 10 - 0{,}1 = 9{,}9$ V abfallen. Zum Errechnen der Vorwiderstände für verschiedene Spannungsmeßbereiche kann folgende Formel verwendet werden:

$$R_V = U \cdot R_{1V} - Ri.$$

R_V = Vorwiderstand in kOhm; U = Meßbereichspannung in Volt; R_{1V} = Widerstand pro Volt in kOhm/V; Ri = Meßwerkwiderstand in kOhm.

Beispiel:

Gegeben ist ein Drehspul-Meßwerk mit den Werten Ri = 100 Ohm und R_{1V} = 1000 Ohm/V. Berechne die Vorwiderstände für folgende Spannungsmeßbereiche: 1,5 V; 6 V; 15 V; 30 V; 150 V; 300 V und 600 V.

1,5 V :	$R_V = 1{,}5 \cdot 1 - 0{,}1 = 1{,}4$ kOhm,
6 V :	$R_V = 6 \cdot 1 - 0{,}1 = 5{,}9$ kOhm,
15 V :	$R_V = 15 \cdot 1 - 0{,}1 = 14{,}9$ kOhm,
30 V :	$R_V = 30 \cdot 1 - 0{,}1 = 29{,}9$ kOhm,
150 V :	$R_V = 150 \cdot 1 - 0{,}1 = 149{,}9$ kOhm,
300 V :	$R_V = 300 \cdot 1 - 0{,}1 = 299{,}9$ kOhm,
600 V :	$R_V = 600 \cdot 1 - 0{,}1 = 599{,}9$ kOhm.

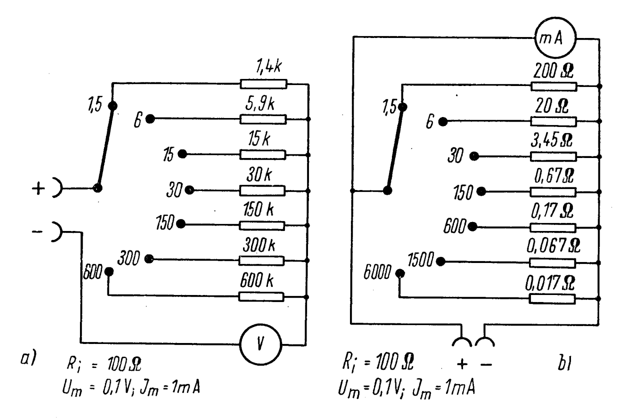


Bild 57. Schaltung für einen Spannungsmesser (a) und einen Strommesser (b) mit mehreren Meßbereichen

Bild 57a zeigt die Schaltung für einen Spannungsmesser mit verschiedenen Meßbereichen. Die Umschaltung erfolgt durch einen Kreisschalter mit sieben Stellungen. Für die letzten fünf Bereiche können die errechneten Vorwiderstandswerte aufgerundet werden.

Bei der Strommessung wird das Meßinstrument stets in den Stromkreis geschaltet, so daß der in diesem fließende Strom die Meßwerkspule durchfließen kann. Ist der zu messende Strom größer als der Meßwerkstrom für den Endausschlag des Meßwerkes, so muß durch einen Nebenwiderstand der Differenzstrom zwischen zu messendem Strom und Meßwerkstrom am Meßwerk vorbeigeleitet werden. Für die Strombereichserweiterung muß also ein Nebenwiderstand parallel zum Meßwerk geschaltet werden (Bild 56b) Für die Berechnung dieses Nebenwiderstandes können wir folgende Formel benutzen:

$$Rn = \frac{Ri \cdot I_m}{I - I_m}$$

Rn = Nebenwiderstand in Ohm; Ri = Meßwerkwiderstand in Ohm; I_m = Meßwerkstrom in mA; I = Meßbereichstrom in mA.

B e i s p i e l :

Gegeben ist ein Drehspul-Meßwerk mit den Werten Ri = 100 Ohm und I_m = 1 mA. Berechne den Nebenwiderstand für folgende Strommeßbereiche: 1,5 mA; 6 mA; 30 mA; 150 mA; 600 mA; 1500 mA und 600 mA.

1,5 mA: $$Rn = \frac{100 \cdot 1}{1,5 - 1} = \frac{100}{0,5} = 200 \text{ Ohm}$$

6 mA: $$Rn = \frac{100 \cdot 1}{6 - 1} = \frac{100}{5} = 20 \text{ Ohm}$$

30 mA: $$Rn = \frac{100 \cdot 1}{30 - 1} = \frac{100}{29} = 3,45 \text{ Ohm}$$

150 mA: $$Rn = \frac{100 \cdot 1}{150 - 1} = \frac{100}{149} = 0,67 \text{ Ohm}$$

600 mA: $$Rn = \frac{100 \cdot 1}{600 - 1} = \frac{100}{599} = 0,17 \text{ Ohm}$$

$$1500\ \text{mA:}\quad Rn = \frac{100 \cdot 1}{1500 - 1} = \frac{100}{1499} = 0{,}067\ \text{Ohm}$$

$$6000\ \text{mA:}\quad Rn = \frac{100 \cdot 1}{6000 - 1} = \frac{100}{5999} = 0{,}017\ \text{Ohm}$$

Bild 57b zeigt die Schaltung für einen Strommesser mit verschiedenen Meßbereichen. Bei dieser Schaltungsart ist ein Kreisschalter mit guter Kontaktgabe zu verwenden, da sonst die Meßbereiche verfälscht werden. Außerdem muß die Kontaktgabe so sein, daß keine Unterbrechung im Nebenschlußkreis auftritt, da sonst das Meßwerk von dem vollen Meßstrom durchflossen wird.

6.2 Durchgangsprüfung

Ein universell verwendbares Hilfsmittel ist ein Durchgangsprüfer oder Leitungsprüfer. Solche Prüfungen sind schon oft bei der Verdrahtung eines Gerätes durchzuführen, z. B. wenn es darauf ankommt, die zusammengehörenden Wicklungsenden eines Transformators, Leitungsenden in einem Kabelbaum, Kurzschlüsse oder Unterbrechungen zu finden. Industriell gefertigte Leitungsprüfer sind meist als Ohmmeter mit direkter Anzeige des Widerstandswertes ausgeführt. Für den Selbstbau eignen sich zur Anzeige Skalenlampenbirnen, Glimmlampen, Schauzeichen, magnetische

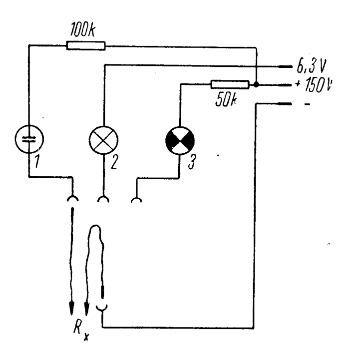


Bild 58. Schaltung für einen Durchgangsprüfer mit mehreren Anzeigemöglichkeiten

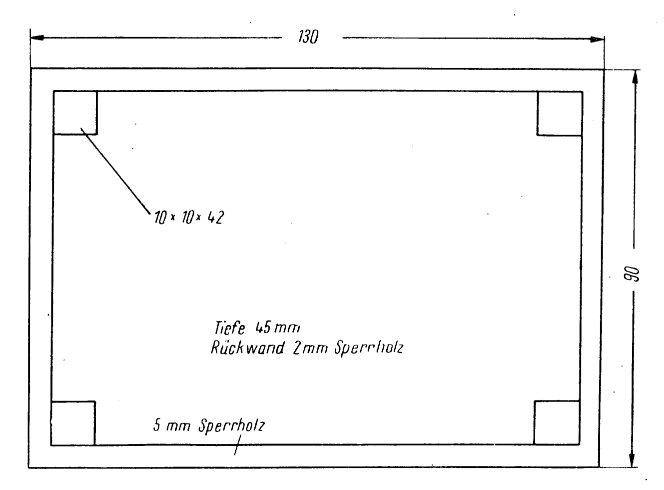


Bild 59. Maßskizze für das Holzgehäuse des Durchgangsprüfers

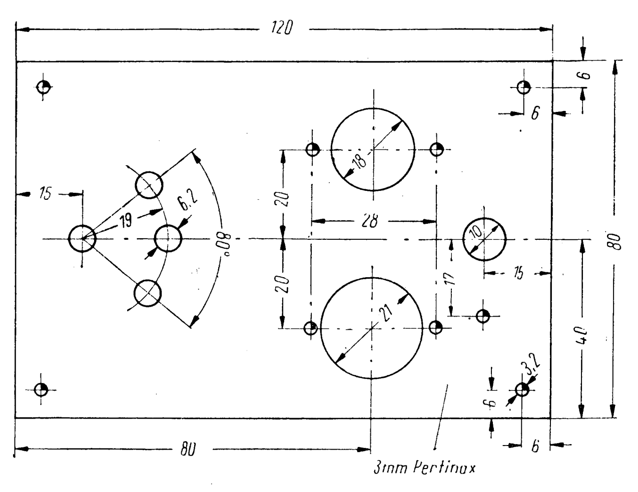


Bild 60. Maßskizze für die Frontplatte des Durchgangsprüfers

Summer oder einfache Meßinstrumente. Je nach verwendeter Anzeige richtet sich die Stromversorgung. Mit diesem Anzeige-Bauelement wird ein Stromkreis aufgebaut, der an einer Stelle unterbrochen wird, die beiden aufgetrennten Enden werden an zwei Telefonbuchsen gelegt. Zwischen diese beiden Telefonbuchsen wird über zwei Prüfschnüre das Meßobjekt gelegt. Je nach der Größe des elekrischen Widerstandes des Meßobjektes erfolgt eine Anzeige.

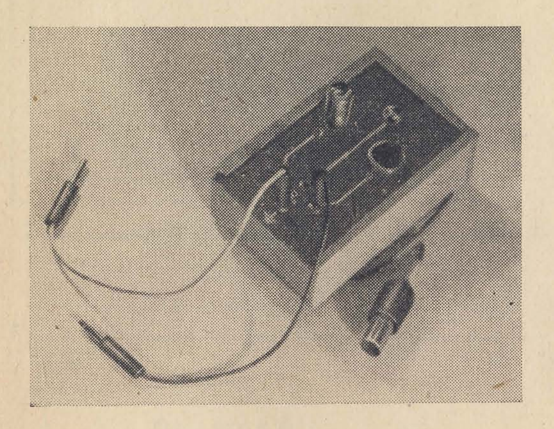


Bild 61. Ansicht des beschriebenen Durchgangsprüfers

Bild 58 zeigt die Schaltung für einen einfachen Durchgangsprüfer, der zur Anzeige eine Glimmlampe, eine Skalenbirne und ein Schauzeichen verwendet. Die Stromversorgung erfolgt aus dem Universal-Netzteil (siehe Kapitel 1.5) über ein dreiadriges Kabel. Vor die Glimmlampe und das Schauzeichen werden entsprechende Vorwiderstände vorgeschaltet. Mit der Glimmlampe können hochohmige Meßobjekte, mit den beiden anderen Anzeigemöglichkeiten niederohmige Meßobjekte auf Durchgang geprüft werden. Bild 59 und 60 geben Hinweise für den praktischen Aufbau dieses kleinen Prüfgerätes, während Bild 61 das fertige Gerät zeigt.

6.3 Grid-Dip-Meter

Ein sehr praktisches Meßgerät für den Funkamateur ist das Grid-Dip-Meter. Damit können nicht nur die Resonanzfrequenz von Schwingungskreisen festgestellt, die Werte von Spulen und Kondensatoren bestimmt, sondern auch Resonanzfrequenzen von Antennen gemessen werden. Daneben findet es auch als Kontrollempfänger, als Feldstärkemesser und mit einer Modulationseinrichtung auch als Prüfsender Verwendung. Für die Anzeige wird der Gitterstrom der Oszillatorröhre ausgenutzt. Zu diesem Zweck liegt am erdseitigen Ende des Gitterableitwiderstandes ein empfindliches Drehspul-Meßwerk (0,1 bis 1 mA). Schwingt der Oszillator, so wird das Instrument einen bestimmten Gitterstrom anzeigen. Wird die Oszillatorspule mit einem Schwingkreis lose gekoppelt, so wird bei Resonanz dem Oszillatorkreis Energie entzogen. Der Gitterstrom geht dabei merklich zurück. Da bei guten Resonanzkreisen die Resonanzkurve sehr schmal ist, tritt nur ein sogenannter „Dip" auf. Der Zeiger des Anzeigeinstrumentes schlägt dabei plötzlich nach tieferen Skalenwerten aus.

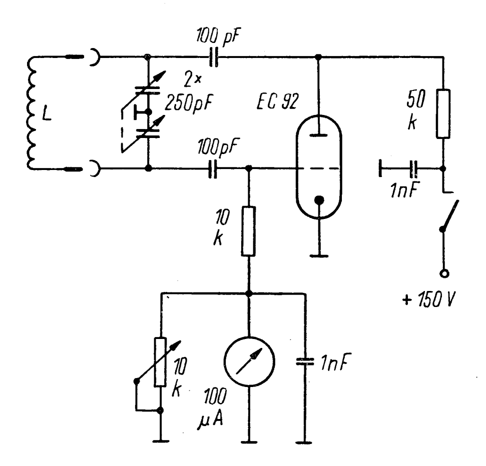


Bild 62. Schaltung für ein einfaches Grid-Dip-Meter

Im Prinzip ist es gleichgültig, welche Oszillatorschaltung angewendet wird. Vorteilhaft sind natürlich solche Schaltungen, die leicht zum Schwingen zu bringen sind und Spulen ohne Anzapfungen benötigen, z. B. die Colpitts-Schaltung. Die Dimensionierung des Oszillator-Schwingkreises richtet sich nach den zu erfassenden Frequenzbereichen (Berechnung siehe „Praktisches Radiobasteln II“). Ausführliches über die Anwendung des Grid-Dip-Meters enthält der in dieser Reihe erschienene Band 12 „Meßtechnik für den KW-Amateur.

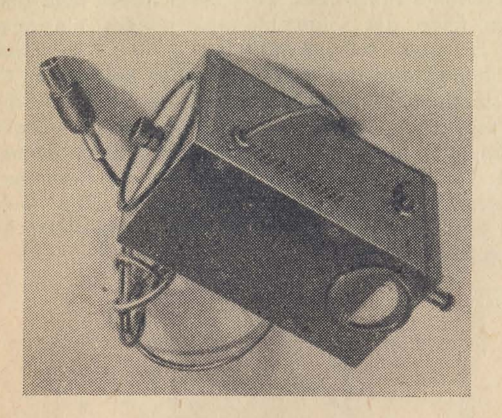


Bild 63. Ansicht des beschriebenen Grid-Dip-Meters

Bild 62 zeigt die Schaltung für ein einfaches Grid-Dip-Meter mit der Röhre EC 92. Als Oszillatorschaltung wird die Colpitts-Schaltung, zur Abstimmung dieses Kreises ein Zweifachdrehkondensator verwendet. Die einzelnen Spulen sind als Steckspulen ausgeführt. Parallel zum Gitterstrom-Instrument liegt zur Empfindlichkeitsregelung ein Potentiometer von 10 kOhm. Die Anodenspannung kann abgeschaltet werden, so daß das Grid-Dip-Meter auch als Absorptionsfrequenzmesser verwendet werden kann. Die Stromversorgung erfolgt über ein dreiadriges Kabel durch das im Abschnitt 1.5 beschriebene Universal-Netzgerät. Der Einbau

erfolgt in ein kleines Metallgehäuse mit den Abmessungen 80 × 180 × 100 mm. Als Frontplatte wird eine 3 mm starke Pertinaxplatte verwendet, an der alle Bauteile außer Drehkondensator, Spulenfassung und Potentiometer befestigt werden. Bild 63 zeigt das fertig ausgeführte Grid-Dip-Meter. Das Mustergerät umfaßte mit sechs Spulen den Frequenzbereich von 0,6 bis 80 MHz.

INHALTSVERZEICHNIS

DER PRAKTISCHE FUNKAMATEUR

In dieser Reihe finden Funkamateure, Radiobastler und interessierte Laien Themen, die der Praxis dienen und für den Selbstbau von funktechnischen Geräten das notwendige Wissen vermitteln.

Die einzelnen Broschüren haben etwa 80 bis 96 Seiten Umfang, zahlreiche Bilder und kosten je Heft 1,90 DM.

Bisher sind erschienen:

Band 1 Karl Andrae: **Der Weg zur Kurzwelle**

Mit dieser Broschüre werden junge Menschen für den Amateurfunk interessiert.

Band 2 Hagen Jakubaschk: **Tonbandgeräte selbstgebaut**

Der Leser erhält praktische Hinweise zum Selbstbau von Tonbandgeräten.

Band 3 Dr. Horst Putzmann: **Kristalldioden und Transistoren** (vergriffen)

Band 4 Hagen Jakubaschk: **Tonband-Aufnahmepraxis**

Eine große Anzahl praktischer Winke und technischer Ratschläge gibt jedem Tonbandgerätebesitzer die Möglichkeit, sein Tonbandgerät vielseitig einzusetzen.

Band 5 Harry Brauer: **Vorsatzgeräte für den Kurzwellenempfang**

Es werden Wege gezeigt, wie mit Hilfe von Zusatzgeräten, sogenannten Vorsetzern, die handelsüblichen Rundfunkempfänger für den Empfang von Amateurfunksendungen ausgenutzt werden können.

Band 6 Klaus Häusler: **Frequenzmesser**

Hier wurden Erfahrungen und Unterlagen über die Frequenzmessung zusammengestellt, die jedem Funkamateur eine große Hilfe sind.

Band 7 Ehrenfried Scheller: **Fuchsjagd-Peilempfänger und Fuchsjagd-Sender**

Funkamateure finden hier wertvolle Hinweise über die Fuchsjagd und den Bau von Fuchsjagd-Empfängern und -Sendern.

Band 8 Karl-Heinz Schubert: **Praktisches Radiobasteln I**

Band 9 Karl-Heinz Schubert: **Praktisches Radiobasteln II**

Den Radio- und Funkbastelfreunden werden in diesen Broschüren die handwerklichen Grundlagen und Konstruktionstechniken vermittelt.

Band 10 Otto Morgenroth: **Vom Schaltzeichen zum Empfängerschaltbild**

Der Anfänger wird in die Technik des Lesens von Schaltbildern eingeführt.

Preis 1,90 DM